

108-001-3456

MOTC-IOT-106-SBB002

大眾捷運系統獨立驗證與認證(IV&V) 規範及其報告撰寫規範之研究



交通部運輸研究所

中華民國 108 年 3 月

108-001-3456

MOTC-IOT-106-SBB002

大眾捷運系統獨立驗證與認證(IV&V) 規範及其報告撰寫規範之研究

著者：林杜寰、孫千山、鍾志成、李治綱、施佑林、林蓁、
張開國、葉祖宏、吳熙仁、洪憲忠

交通部運輸研究所

中華民國 108 年 3 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

大眾捷運系統獨立驗證與認證(IV&V)規範及其報告撰寫規範之研究 / 林杜寰等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民 108.03

面 ; 公分

ISBN 978-986-05-8601-5(平裝)

1.交通管理 2.大眾捷運系統

557

108001311

大眾捷運系統獨立驗證與認證(IV&V)規範及其報告撰寫規範之研究

著者：林杜寰、孫千山、鍾志成、李治綱、施佑林、林綦、張開國、葉祖宏、吳熙仁、洪憲忠

出版機關：交通部運輸研究所

地址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網址：www.iot.gov.tw(中文版>數位典藏>本所出版品)

電話：(02)23496789

出版年月：中華民國 108 年 3 月

印刷者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 100 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：350 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880

國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號・電話：(02)25180207

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號・電話：(04)22260330

GPN：1010800213 ISBN：978-986-05-8601-5(平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：大眾捷運系統獨立驗證與認證(IV&V)規範及其報告撰寫規範之研究			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN978-986-05-8601-5(平裝)	政府出版品統一編號 1010800213	運輸研究所出版品編號 108-001-3456	計畫編號 106-SBB002
本所主辦單位：運輸安全組 主管：張開國 計畫主持人：張開國 研究人員：葉祖宏、吳熙仁、洪憲忠 聯絡電話：(02)23496857 傳真號碼：(02)25450425	合作研究單位：財團法人中興工程顧問社 計畫主持人：林杜寰 研究人員：孫千山、鍾志成、李治綱、施佑林、林蓁 地址：臺北市內湖區新湖二路 280 號 聯絡電話：(02)87919198 傳真號碼：(02)87912198		研究期間 自 106 年 2 月 至 106 年 12 月
關鍵詞：大眾捷運系統、履勘、獨立查證與確證、驗證、鐵道			
摘要： 我國自99年7月施行「大眾捷運系統履勘作業要點」（以下簡稱履勘要點），要求捷運系統在初、履勘時應提出整體系統之獨立驗證與認證報告。惟整體系統IV&V報告之內容、執行者要件、報告項目及驗證基準等並未明定於該要點中，本研究回顧國內外IV&V相關法規標準與類似專案，並訪談政府部門、民間機構以了解現況問題，透過專家學者座談會廣納各方意見，比較歸納後研擬適用我國的IV&V執行範疇，並提出IV&V應提交報告與相應內容供實務單位參考，前述成果也整理成履勘要點之增修草案及作業指引供辦理機關實務執行面之參考。 本研究主要結論如下：(1) IV&V報告內容為營運安全之符合性評鑑成果，(2) IV&V執行資格要件為獨立(公正)性與專業性，(3) IV&V報告範疇應涵蓋鐵道整體系統與營運安全相關項目，(4) IV&V評估意見應有基準，得為法規、標準、需求，有必要持續發展。 本研究主要建議包括：(1) 「整體系統之獨立驗證與認證報告」可更名為「整體系統之獨立驗證報告」，較符合報告內容與目的，(2) 建議於綜合規劃階段規劃即應導入獨立驗證資格、範圍、期程與階段報告內容，(3) 短期方面，辦理機關應透過合約、管理機制確保IV&V專業機構之獨立(公正)性與專業性，(4) 中長期方面，可參考美國、歐盟或澳洲的類似IV&V機制，健全我國政府IV&V機制。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
108 年 3 月	298	350	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： ☐ 密 ☐ 機密 ☐ 極機密 ☐ 絕對機密 （解密條件： ☐ 年 月 日解密， ☐ 公布後解密， ☐ 附件抽存後解密， ☐ 工作完成或會議終了時解密， ☐ 另行檢討後辦理解密） ☒ 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: A Study of Practical Hazard Mitigation and Improvement Strategies in Railway Systems			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-05-8601-5 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010800213	IOT SERIAL NUMBER 108-001-3456	PROJECT NUMBER 106-SBB002
DIVISION: Safety Division PRINCIPAL INVESTIGATOR: Kai-Kuo Chang PROJECT STAFF: Tsu-Hurng Yeh; His-Jen Wu ; Shiann-Jorng Horng PHONE: 886-2-23496857 FAX: 886-2-25450429			PROJECT PERIOD FROM February 2017 TO December 2017
RESEARCH AGENCY: Sinotech Engineering Consultants, Inc. PRINCIPAL INVESTIGATOR: Tu-Huan Lin PROJECT STAFF: Chian-Shan Suen, Jyh-Cherng Jong, Chi-Kang Lee, Yu-Lin Shih, Jen Lin ADDRESS: No.280, Xinhu 2nd Rd., Neihu Dist., Taipei City 114, Taiwan (R.O.C.) PHONE: 886-2-87919198 FAX: 886-2-87912198			
KEY WORDS: metro system, on-site inspection for the approval of railway revenue services, independent verification and validation, certification, railways			
ABSTRACT: Since July 2010, the Regulations - "Principal Application Procedures for Mass Rapid Transit Inspection", which define the requirements and procedures for on-site government inspections before the approval of railway revenue services—have required an independent verification and validation (IV&V) report. The report should be issued to the government before on-site inspections. However, the report details are not defined in the Regulations, including the content, issuer qualifications, certification scope, or certification criteria. This study reviewed relevant standards, similar projects, and interviewed experts to clarify the problems. Expert conferences were also held to consolidate practical experience. After reviewing the results, the scope of the IV&V report was defined to meet the specific requirements of Taiwan. In addition, the report details were also defined for future reference. Finally, the results were reorganized into supplemental clauses for the Regulations, and practical implementation guidelines were prepared for employers' reference. The main conclusions of this study are as follows: (1) the IV&V report content shall include the results of conformity assessments for operational safety; (2) report issuer qualifications include independence (impartiality) and professionalism; (3) the main report items should include all railway systems which may affect operational safety; (4) report comments should be based on principles such as regulations, standards, and requirements, and these principles should be continuously developed. The main suggestions of this study are as follows: (1) the title of "System Independent Verification and Validation Report" should be modified to "System Independent Certification Report"; (2) the qualifications for report issuers, scope, duration, and interim certification reports shall be planned in detail in advance; (3) in the short-term, employers should ensure the independence (impartiality) and professionalism of report issuers by defining tender requirements or management mechanisms; (4) in the medium to long-term, the government could refer to similar mechanisms in the United States, the European Union, or Australia to improve IV&V mechanisms.			
DATE OF PUBLICATION March 2019	NUMBER OF PAGES 298	PRICE 350	CLASSIFICATION ☐ RESTRICTED ☐ CONFIDENTIAL ☐ SECRET ☐ TOP SECRET ☒ UNCLASSIFIED
1. The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

	頁 次
第一章 緒論	1-1
1.1 研究緣起	1-1
1.2 研究範圍與對象	1-3
1.3 研究目標	1-3
1.4 研究內容與工作目的	1-3
1.5 研究流程	1-5
1.6 研究步驟	1-7
第二章 文獻回顧	2-1
2.1 名詞說明	2-1
2.1.1 認證與驗證	2-1
2.1.2 查證與確證	2-2
2.1.3 獨立查證與確證	2-7
2.1.4 獨立安全評估、軟體評估.....	2-9
2.1.5 獨立查核與獨立監造工程師.....	2-10
2.1.6 小結	2-11
2.2 國內外 IV&V 與類似專案	2-12
2.2.1 國內專案	2-12
2.2.2 國外專案	2-28
2.2.3 小結	2-34
2.3 國內外法規、標準與機制	2-34
2.3.1 法規	2-34
2.3.2 標準	2-53
2.3.3 小結	2-65
2.4 執行手冊範例	2-66
2.4.1 美國 SSC 手冊執行步驟與方法.....	2-66
2.4.2 美國麻州 IV&V 指引	2-78

2.4.3 英國 ROGS 指導手冊	2-82
2.4.4 小結	2-84
2.5 小結	2-84
2.5.1 文獻回顧結論	2-85
2.5.2 課題	2-87
第三章 我國 IV&V 執行課題與初步建議	3-1
3.1 IV&V 定位課題.....	3-1
3.2 執行範圍、項目課題	3-3
3.3 驗證方法、基準課題	3-7
3.3.1 驗證方法	3-7
3.3.2 驗證基準	3-10
3.4 執行資格要件問題	3-12
3.5 國際接軌問題	3-15
第四章 修訂草案說明	4-1
4.1 履勘要點修訂說明	4-1
4.1.1 修正總說明	4-1
4.1.2 修正條文對照	4-2
4.2 履勘要點第三條新增附件說明.....	4-4
4.2.1 附件內容總覽	4-5
4.2.2 附件內容說明	4-5
4.3 大眾捷運申審要點修訂說明.....	4-6
4.3.1 修正總說明	4-7
4.3.2 修正條文對照	4-7
4.4 小結	4-11
第五章 辦理機關規劃作業與報告撰寫內容指引.....	5-1
5.1 辦理機關綜合規劃作業指引.....	5-1
5.1.1 執行機構資格要件	5-1
5.1.2 驗證範圍	5-5
5.1.3 驗證期程	5-8
5.1.4 階段報告規劃	5-11

5.2 驗證報告撰寫內容指引	5-13
5.3 小結	5-18
第六章 結論、發現與後續建議	6-1
6.1 結論	6-1
6.2 建議	6-5
參考文獻.....	R-1
附錄 1 縮寫對照表及名詞說明.....	附 1-1
附錄 2 修正條文草案總說明.....	附 2-1
附錄 2.1 大眾捷運系統履勘作業要點第三條、第十二條修正條文 草案總說明	附 2-1
附錄 2.2 大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作 業要點第六條修正條文草案總說明.....	附 2-5
附錄 3 專家學者座談會會議紀錄.....	附 3-1
附錄 3.1 第一次專家學者座談會會議紀錄	附 3-1
附錄 3.2 第二次專家學者座談會會議紀錄	附 3-7
附錄 3.3 第三次專家學者座談會會議紀錄	附 3-13
附錄 4 專家訪談摘要.....	附 4-1
附錄 5 期中報告審查意見處理情形.....	附 5-1
附錄 6 期末報告審查意見處理情形.....	附 6-1
附錄 7 投稿論文摘要.....	附 7-1
附錄 8 國外可借鏡制度說明.....	附 8-1
附錄 9 期末修訂簡報.....	附 9-1

圖 目 錄

	頁 次
圖 1.1 研究流程	1-6
圖 2.1 認證與驗證關係與概念	2-2
圖 2.2 V&V 在 V type 生命週期模型中之說明	2-3
圖 2.3 V&V 應用於軟、硬體及安全需求之說明	2-3
圖 2.4 EN 50129 中對獨立性之說明	2-7
圖 2.5 獨立安全評估流程	2-10
圖 2.6 高鐵專案獨立驗證機制架構	2-11
圖 2.7 臺北捷運信義線機電系統核心工程各階段驗證作業....	2-14
圖 2.8 高雄捷運 IV&V (C3 顧問) 定位.....	2-16
圖 2.9 淡海輕軌計畫 IV&V 顧問角色示意圖.....	2-20
圖 2.10 哥本哈根輕軌獨立安全評估方法.....	2-29
圖 2.11 澳洲 North West Rail Link 計畫組織架構.....	2-30
圖 2.12 杜拜地鐵專案組織架構	2-31
圖 2.13 澳門輕軌專案組織架構	2-32
圖 2.14 安全影響重大變更判斷準則 (歐盟規章 402/2013) ...	2-40
圖 2.15 澳洲 AEO 授權範圍範例	2-42
圖 2.16 澳洲 AEO 與 ISA 架構	2-43
圖 2.17 降低系統風險的手段	2-54
圖 2.18 EN50126 之 V 型系統生命週期	2-55
圖 2.19 軟體發展 V 模型	2-56
圖 2.20 安全 Verification 與安全分析、設計、安全 Validation 關係.....	2-60
圖 2.21 安全與保安設計準則應用於設計之流程.....	2-73
圖 2.22 測試程序	2-75
圖 2.23 英國鐵道業者證書與授權申請程序.....	2-83

圖 2.24 鐵道建設專案組織架構與職責現況.....	2-88
圖 3.1 鐵道建設專案組織架構	3-1
圖 3.2 IV&V 證據來源與評估對象	3-2
圖 3.3 IV&V 驗證範圍.....	3-3
圖 3.4 系統保證概念	3-5
圖 3.5 查證與確證之可追溯性概念	3-6
圖 3.6 IV&V 驗證方法概念.....	3-7
圖 3.7 危害登記冊欄位	3-10
圖 3.8 Railway Safety Principles and Guidance-安全原則 摘錄	3-11
圖 3.9 Railway Safety Principles and Guidance-實務項目 摘錄	3-11
圖 3.10 安全證明的 Cross-Acceptance 概念.....	3-15
圖 3.11 我國 IV&V 與國際接軌示意	3-16
圖 4.1 因應已核定計畫之處理方式示意圖.....	4-4
圖 5.1 內部成立獨立團隊執行獨立驗證（方式一）	5-3
圖 5.2 外部聘請獨立機構執行獨立驗證（方式二）	5-3
圖 5.3 政府成立專責機構執行獨立驗證（方式三）	5-4
圖 5.4 鐵道系統生命週期	5-9
圖 5.5 IV&V 期程範圍建議.....	5-9

表 目 錄

	頁 次
表 1-1 工作項目需求與對應報告章節.....	1-4
表 2-1 認證與驗證定義	2-1
表 2-2 Verification 之定義	2-4
表 2-3 Validation 之定義	2-5
表 2-4 IEEE 1012 定義的 IV&V 類型	2-9
表 2-5 機場捷運 V&V 意見表單	2-18
表 2-6 機場捷運系統可營運證書項目與佐證依據.....	2-19
表 2-7 國內 IV&V 專案比較	2-26
表 2-8 我國鐵道建設 IV&V 經費比較.....	2-27
表 2-9 國外類似 IV&V 專案比較	2-33
表 2-10 ISO/IEC 17020 對檢驗機構獨立性之要求表	2-58
表 2-11 美國 FTA 建議安全與保安授證於生命週期各階段之行 動	2-67
表 2-12 美國安全與保安授證手冊建議之驗證清單.....	2-70
表 2-13 規格符合性檢查表（範例）	2-74
表 2-14 資訊科技專案 IV&V 參與項目建議.....	2-79
表 2-15 國內外類似 IV&V 機制之比較.....	2-84
表 3-1 IV&V 執行資格中長期建議方案與分析	3-13
表 4-1 大眾捷運系統履勘作業要點部分條文修正草案條文對 照表	4-2
表 4-2 附件第 1 條說明	4-5
表 4-3 附件第 2 條說明	4-5
表 4-4 附件第 3 條說明	4-6
表 4-5 附件第 4 條說明	4-6

表 4-6 大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點部分條文修正草案條文對照表.....	4-7
表 5-1 ISA 聘用方式分析.....	5-4
表 5-2 IV&V 驗證項目建議.....	5-6
表 5-3 建議可考量 IV&V 應出具的階段性報告規劃.....	5-12
表 5-4 執行計畫書-驗證範圍表格	5-14
表 5-5 執行計畫書-評估意見表格	5-14
表 5-6 執行計畫書-稽核與會議表格.....	5-14
表 5-7 執行計畫書-提送時程表格	5-14
表 5-8 執行計畫書-人員資歷表格	5-15
表 5-9 執行計畫書-人員獨立性表格.....	5-15
表 5-10 定期/不定期觀察報告-評估意見表格.....	5-16
表 5-11 階段性總結報告-不符合項目追蹤表.....	5-17

第一章 緒論

1.1 研究緣起

鐵道運輸因含括機電、土木等多項系統，且有複雜之介面整合課題，加上高動能、載運量大之特性，一旦出現安全問題往往導致重大災難，故近年國際上持續發展獨立安全驗證機制與規定，目的在透過獨立的第三方單位，客觀驗證各子系統本身與介面之間的設計與功能是否滿足需求，並確保其安全無虞。

我國於民國 99 年 7 月發布之「大眾捷運系統履勘作業要點」（以下簡稱履勘要點），第 3 條明確要求大眾捷運系統工程建設及營運機構，於報請辦理初勘前應提出「整體系統之獨立驗證與認證報告^註」（以下簡稱 IV&V（Independent Verification and Validation）報告），同要點第 12 條亦規定：「本要點修正發布施行後，尚未奉行政院核定之計畫，未來初、履勘時應提出整體系統之獨立驗證與認證報告。至於已奉行政院核定之計畫，仍應至少提出包含機電系統之驗證與認證報告。」，正式將 IV&V 報告入法。在此之前，幾個早期興建的鐵道系統也已導入獨立驗證機制，例如高雄捷運、台灣高速鐵路等，其中高速鐵路 BOT 案更是國內鐵道系統獨立驗證的濫觴。

此外，儘管「鐵路法」中未明文規定獨立驗證之要求，近年鐵路改建工程局（以下簡稱鐵工局，已於 107 年 6 月合併於鐵道局）及臺灣鐵路管理局（以下簡稱臺鐵局）也導入此機制，包括南迴電氣化、臺鐵局新車採購與升級等專案，都可見到獨立驗證的作業要求，足見此機制近年來在國內鐵道建設的普及性。

^註為了如實反映法條內容，此處仍使用「獨立驗證與認證報告」，本研究建議可考量更名為「獨立驗證報告」更符合報告內容與目的，詳本報告 4.1 節之名詞修訂建議與說明。

然而，儘管履勘要點正式納入 IV&V 報告的要求，且近年包括淡海輕軌、安坑輕軌、三鶯線、桃園綠線等計畫也遵循此規定，但履勘要點中對於 IV&V 報告內容尚不明確，因而產生了以下問題：

1. IV&V 報告定義與定位不明，與國際上常見之查證與確證（Verification and Validation，以下簡稱 V&V）、獨立安全評估（Independent Safety Assessment，以下簡稱 ISA）、獨立查核工程師（Independent Checking Engineer，以下簡稱 ICE）、獨立監造工程師（Independent Siting Engineer，以下簡稱 ISE）產生混淆。
2. IV&V 報告範疇不明，導致初、履勘委員、主管機關及社會大眾對報告的保證範圍有不同的認知。
3. IV&V 報告內容未明定，導致不同的辦理機關規劃了不同的應提送報告清單，不同的驗證機構於報告中揭載的資訊也不盡相同。
4. 未指出可提出此 IV&V 報告機構¹的資格，致辦理機關難以具體要求此驗證機構的獨立性與專業性等。

有鑑於此，為健全我國大眾捷運系統獨立驗證機制，進一步提升工程品質，確保最終整體系統滿足營運及使用者之需求。本研究回顧過去國內類似專案的執行方式與相關報告內容，同時參酌國際上第三方評估機構的作業方式與慣例，透過審視過去相關專案的文件、訪談專家學者，並辦理座談會汲取產、官、學、研各方意見後，規劃我國大眾捷運系統獨立驗證的作業範疇與應提送報告之內容，並整理為「大眾捷運系統履勘作業要點」的修訂條文草案，同時考量獨立驗證作業須提早在大眾捷運系統綜合規劃階段預先規劃相關作業，方能確保最終報告達到履勘要點訂定此要求之目的，故一併提出「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」中關於綜合規劃報告應載內容的增訂建議，相關成果彙整於本報告。

¹負責執行整體系統獨立驗證作業，並出具「整體系統之獨立驗證報告」之專業機構，本報告中簡稱為驗證機構。

1.2 研究範圍與對象

本研究範圍著重在大眾捷運系統，例如捷運、輕軌，惟考量獨立驗證機制在國內最早落實在高速鐵路（以下簡稱高鐵），且鐵工局及臺鐵局均導入過類似機制，故研究報告中也回顧傳統鐵路及高速鐵路相關的獨立驗證資料供讀者參考。

1.3 研究目標

1. 預期成果：

- (1) 完成整體捷運系統 IV&V 報告之範圍、內容、要件、項目及基準。
- (2) 完成我國整體大眾捷運系統 IV&V 報告之撰寫指導規範。

2. 效益：

- (1) 提供並確保捷運系統滿足營運及使用者之需求。
- (2) 支援交通部與地方政府在大眾捷運工程履勘之 IV&V 報告方面建立共同認知。

3. 應用：

- (1) 可支援交通部強化大眾捷運履勘作業，以使捷運監督管理制度朝向國際的安全管理制度發展。
- (2) 可支援臺北、新北、桃園、臺中與高雄等市政府捷運工程機關可據以辦理大眾捷運履勘作業之整體系統 IV&V 報告。

1.4 研究內容與工作目的

表 1-1 說明依招標文件要求，本研究完成的工作項目及對應章節：

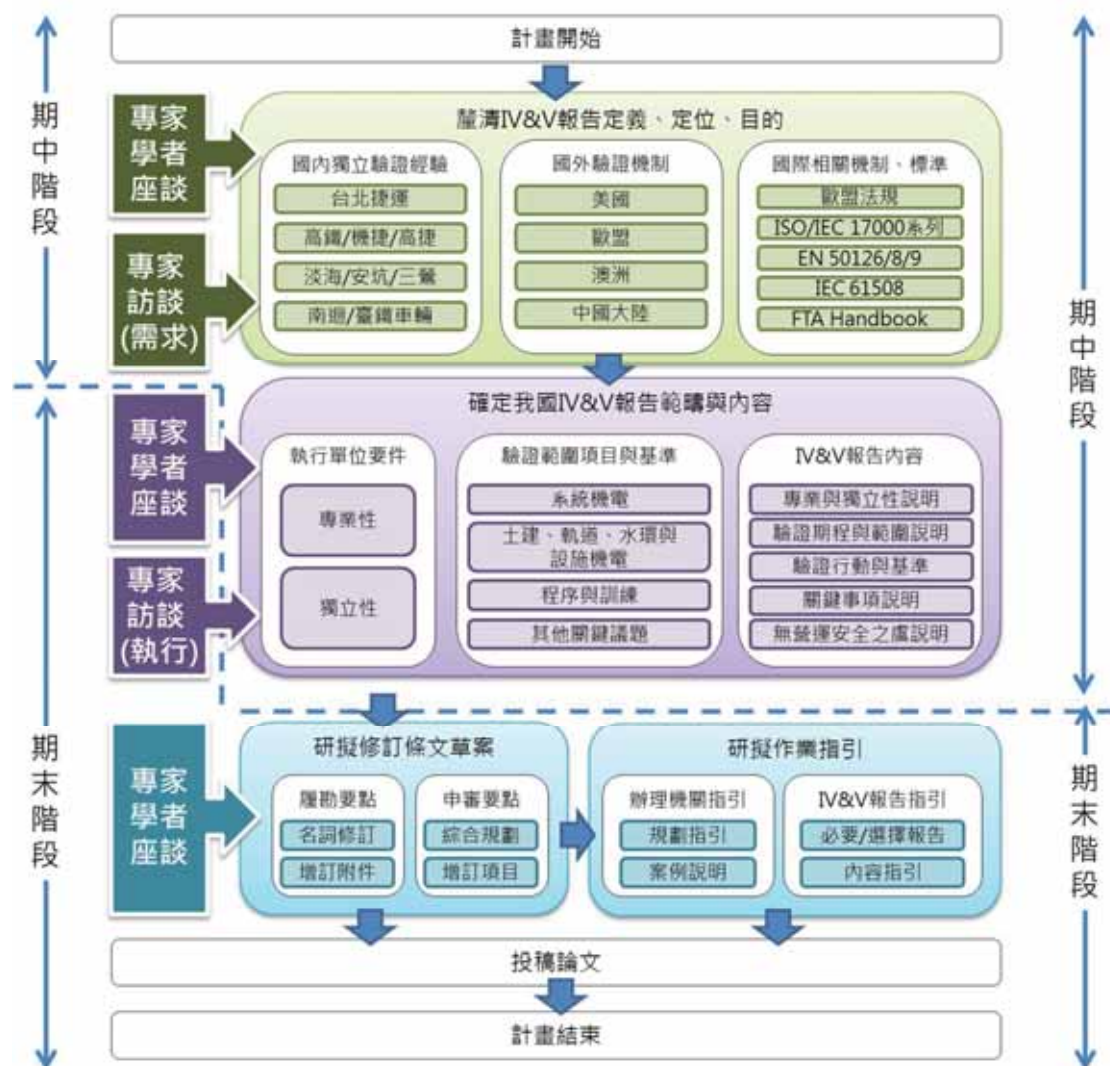
表 1-1 工作項目需求與對應報告章節

項次	工作項目	對應報告章節
1.	整體捷運系統 IV&V 報告之研究範圍，至少包含下列事項： (1)IV&V 報告之評估對象（軟體與硬體）：機電系統包含電聯車、號誌系統（含輕軌與平面號誌系統）、供電系統、通訊系統、機廠設備、自動收費系統、行控中心（含輕軌交控中心）；鐵道系統；土建工程（含機廠土建）、候車站、電梯及電扶梯系統及水電環控系統；相關應用軟體。 (2)整個生命週期，包括規劃、設計、興建及營運。 (3)其他評估作業與成果： 特殊議題評估（如噪音振動防治、電磁相容/電磁干擾等）；可靠度、可用度、可維修度及安全（Reliability, Availability, Maintainability and Safety, RAMS）；試運轉及穩定性測試。	5.1 節、5.2 節
2.	蒐集並綜整國內外應用於捷運系統之 IV&V 報告相關規範。例如歐盟 IEC61508 標準之 EN50126、EN50128、EN50129 等 3 個規範（EN50126 主要規範整體鐵道系統的可靠度、妥善度、可維修度及安全性（Reliability, Availability, Maintainability and Safety, RAMS），EN50128 規範軟體開發的安全性，EN50129 規範號誌系統的安全性）。	2.3 節
3.	蒐集並綜整國內外捷運系統採用獨立驗證與認證之經驗與實務作法等相關資料。例如規劃設計階段之風險分析與興建製造階段之系統確認及驗收，以及配合捷運系統生命週期不同階段之 IV&V 報告內容、要件、項目及基準。另外，儘量蒐集我國高鐵與捷運（含輕軌捷運）在 IV&V 報告方面的資料，特別	1. 文獻回顧: 2.2 節、2.3 節、2.4 節、2.5 節 2. IV&V 報告內容: 5.2 節 3. IV&V 資格要件: 3.4 節、5.1 節

項次	工作項目	對應報告章節
	是辦理獨立驗證與認證的過程；敘述並釐清國內外鐵道與捷運機構在執行獨立驗證與認證時是否有差異。	4. IV&V 驗證項目：3.2 節、5.1 節 5. IV&V 驗證方法與基準：3.3 節
4	訪談交通部路政司、高鐵局(已於 107 年 6 月合併於鐵道局)與地方政府捷運相關機關，以及相關專家與學者等，針對交通部履勘作業時應提出 IV&V 報告之內容與細節，蒐集意見，並提出整體捷運系統規劃到營運各階段所需 IV&V 報告之內容、要件、項目及基準之規範草案，及其報告撰寫規範草案。	1. 訪談摘要：附錄 4 2. 履勘要點修訂草案：4.1 節、4.2 節 3. 報告撰寫規範草案（作業指引）：5.2 節
5.	舉辦至少 3 次專家學者座談會，針對前述 2 項草案進行專業意見討論並完成會議紀錄，並做為增修 IV&V 之規範草案，及其報告撰寫規範草案之依據。	附錄 3
6.	為使 IV&V 報告之法規明確化，提出「大眾捷運系統履勘作業要點」增修條文與捷運系統申請興建至營運過程中相關作業法制化之建議草案。	4.1 節 4.2 節 附錄 2
7.	將本期研究成果投稿國內外期刊或學術研討會。	附錄 7
8.	盤點國內捷運系統在 IV&V 報告之內容、要件、項目及基準等方面缺少的部分後，提出具有未來性之做法，並配合不同系統之特性而有差異化做法。	3.4 節 5.2 節

1.5 研究流程

本研究流程如圖 1.1 所示：



資料來源：本研究繪製

圖 1.1 研究流程

本計畫循 3 階段完成研究目的，1.6 節逐一說明 3 階段的研究步驟與方法：

1. 釐清 IV&V 報告定義、定位與目的；
2. 確定 IV&V 報告範疇與內容；
3. 研擬履勘要點修訂條文草案及作業指引。

1.6 研究步驟

根據圖 1.1 的研究流程，本節說明研究過程中 3 階段的研究步驟與方法，以及 3 次專家學者座談會與投稿論文之概要內容。

1. 階段一：釐清 IV&V 報告定義、定位與目的

(1) 國內 IV&V 專案經驗回顧（2.2.1 節、2.3 節）

為釐清國內過去執行獨立驗證專案之成果與差異，本研究首先回顧臺北捷運、台灣高鐵、機場捷運、淡海與安坑輕軌、三鶯線、南迴機電系統、臺鐵局車輛採購與升級等專案的執行方式，歸納為 3 個面向說明：

- 臺北捷運並沒有聘請外部獨立驗證機構，但有類似的作法供參考。
- 台灣高鐵、機場捷運與高雄捷運是國內導入獨立驗證機制之先驅，相關經驗一併於本報告整理及回顧，供後續其他專案參考。
- 近年的淡海與安坑輕軌、三鶯線、南迴電氣化與臺鐵局車輛採購等案，改由辦理機關獨立招標，並於合約中規範 IV&V 報告應載內容，本研究除了說明、比較前述專案之異同外，亦摘錄其中重要合約條文，供後續辦理機關考量專案類型、期程、經費後引用。

(2) 國際經驗回顧（2.2.2 節、2.3 節）

IV&V 報告的提出單位在國內被定位為獨立的驗證機構，而國際上有許多國家、區域有類似的機制值得參考，例如歐盟、美國與澳洲，針對鐵道系統獨立驗證的發展與做法有許多值得國內借鏡處。此外，也有其他國家有類似作法可供參考，例如韓國針對不同系統訂定不同的安全規範，澳門、杜拜近年新建鐵道專案中的獨立單位安排、中國大陸近年頒布的鐵路系統驗收準則等，都是本研究的回顧範疇。

(3) 相關法規、標準回顧（2.3 節、2.4 節）

國內導入 IV&V 報告機制最早源起於遵循 EN 50126、EN 50128、EN 50129（以下簡稱 EN 50126/8/9）之規範，然而若欲完整了解整體第三方評估與授證機制的國際標準，本研究一併回顧以下法規、標準供讀者了解：

- IEC 61508

EN 50126/8/9 僅規範鐵道系統之系統保證的作業方式，其中包括獨立查證（Verification）、確證（Validation）及獨立安全評估的要求，許多執行細節須再參照 IEC 61508 的要求，詳 2.3.2 節。

- IEEE 1012、CFR Part 236

鐵道系統中，國際上真正提到須執行 Independent V&V 的部分是基於軟體控制的子系統，例如號誌軟體、牽涉安全功能的遠端控制軟體等，在 IEEE 1012 及美國 CFR Part 236 中有較詳盡的規範，詳 2.3.1.2 節、2.3.2 節。

- DIRECTIVE 2004/49/EC 與 REGULATION 402/2013/EC

歐盟的獨立安全評估機制是目前國際上鐵道業界較廣為採用的第三方驗證機制，回顧此兩歐盟指令與規章有助於理解其制定緣由與考量，對後續國內要健全 IV&V 制度有很大幫助，詳 2.3.1.3 節。

- 美國安全與保安認證手冊、麻州 Independent V&V 指引、英國 ROGS 指導手冊

除了前述較上位的規範、標準外，為利於提供較明確的作業指引供實務機構參考，本研究也回顧國外類似機制的作業手冊，詳 2.4 節。

(4) 第 1 次專家學者座談會

本研究第 1 次座談會探討各國的機制與做法，並比較與我國過去作法的異同，目的在取得對 IV&V 報告之定義、定位與目的的共識，作為研擬履勘要點修訂條文的基礎，會議紀錄詳附錄 3。

(5) 專家訪談（需求面）

此階段的訪談目的在於了解初、履勘時，初、履勘委員及辦理機關對獨立驗證報告的期待及需求，並了解實務執行上遇到的問題，從需求面出發蒐集實務經驗，作為本研究訂定 IV&V 報告內容與作業指引之參考。

2. 階段二：確定 IV&V 範疇與提送報告內容

(1) 明定 IV&V 報告範疇（3.4 節）

確認專家學者對 IV&V 報告定位之共識後，此階段進一步確定 IV&V 報告的範疇，據以規劃相關作業與報告應涵蓋之內容。

(2) 研擬 IV&V 報告之驗證範圍、項目、基準與內容（3.1 節、3.2 節、3.3 節）

依據 IV&V 報告的範疇，細部說明應涵蓋那些機電系統、軟體、介面等，作為 IV&V 報告內容、作業指引撰寫之依據。

(3) 第 2 次專家學者座談會

第 2 次座談會討論 IV&V 報告範疇、報告內容等，邀請執行面的專家學者提供意見，確保本研究成果與執行面接軌，會議紀錄詳附錄 3。

(4) 專家訪談（執行面）

此階段訪談主題著重於探討執行面的可行性，確保相關執行面與需求面取得最大共識，確保指引手冊的可操作性。

3. 階段三：研擬修訂條文草案及作業指引（第四章、第五章）

(1) 研擬修訂條文草案（4.1 節、4.2 節、4.3 節）

統整研究成果後，建議新增「大眾捷運系統履勘作業要點」第 3 條附件來規範 IV&V 報告應載內容，並對現行要點中所使用的名詞提出修訂建議，同時也建議應同步補充「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」中對於綜合規劃報告書內容的要求，提早規劃獨立驗證作業以收最終報告之成效。

(2) 研擬辦理機關規劃作業指引（5.1 節）

為了確保實務作業符合前述修訂條文要求，本研究透過指引、案例說明的方式，供辦理機關了解實務上可行的規劃作業方式。

(3) 研擬 IV&V 報告指引（5.2 節）

除了履勘要點所要求的 IV&V 報告外，為了提升導入 IV&V 機制的效益，本研究也提出可考量的階段性報告及指引，辦理機關可綜合評估專案特性、期程與費用後，納入 IV&V 作業要求。

(4) 第 3 次專家學者座談會

第 3 次專家學者座談會探討草案條文的適當性，除了確保各項關鍵資訊已納入 IV&V 報告應載內容外，也汲取專家學者意見確保實務上的可操作性，會議紀錄詳附錄 3。

4. 投稿論文

研究團隊已整理研究成果，投稿中華民國運輸學會 2017 年會暨學術研討會，於 106 年 12 月 8 日發表論文並收錄於年會論文集，論文名稱為「軌道運輸系統獨立驗證制度之探討-以我國 IV&V 制度為例」，論文摘要詳附錄 7。

第二章 文獻回顧

本章首先整理 IV&V 報告相關的名詞定義（2.1 節）、國內外類似專案（2.2 節），並從國內外法規、機制面回顧不同國際標準、不同國家實務上的作法（2.3 節），同時為利於了解執行細節，也回顧國外相關之執行手冊內容（2.4 節），最後綜整發現與問題（2.5 節）。

2.1 名詞說明

2.1.1 認證與驗證

表 2-1 整理我國標準法與 CNS 17000 對認證與驗證之定義，圖 2.1 承襲表 2-1 定義，說明認證、驗證之關係，其中包括兩個層級：

表 2-1 認證與驗證定義

名詞	出處	定義
認證	標準法	主管機關對特定人或特定機關（構）給予正式認可，證明其有能力執行特定工作之程序。
	CNS 17000	有關符合性評鑑機構表達其有能力執行所指定符合性評鑑工作之正式實證展現的第三者陳述 ^註 。（於 ISO/IEC 17000 中之英文為 Accreditation）。
驗證	標準法	由中立之第三者出具書面證明特定產品、過程或服務能符合規定要求之程序。
	CNS 17000	有關於產品、過程、系統或人員之第三者陳述。（於 ISO/IEC 17000 中之英文為 Certification）。

資料來源：本研究整理

^註一項陳述（Attestation）之提出，其係基於對滿足特定要求事項已予展現之審查後而作之決定（備考 1：對結果之陳述，引用於本標準中做為「符合性陳述」，傳遞特定要求事項經已滿足之保證訊息。此一保證訊息其本身並不提供合約上或法規上之保證承諾）。

- (1) 第一個層級是認證機構授予驗證機構的證明，一般來說一個國家僅會有一個認證機構，例如我國的財團法人全國認證基金會（Taiwan Accreditation Foundation，以下簡稱 TAF）、德國的國家認證委員會（Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH，以下簡稱 DAkkS）、英國的認證服務組織（United Kingdom Accreditation Service，以下簡稱 UKAS）等。上述認證機構不直接參於驗證人員、產品、程序或服務的作業，而是透過認證程序，授權其他機構可執行驗證作業，只有取得認證證明的驗證機構所發出的驗證證明才有公信力，而這些認證機構也透過參與國際認證論壇而相互承認所發出的驗證證明。
- (2) 第二個層級是驗證機構授予人員、產品、程序或服務提供者的證明，以 ISO 9001 驗證為例，由人員、產品、程序或服務的提供者向驗證機構申請證明，驗證機構執行一系列符合性評鑑作業後，方能同意或拒絕授予申請者 ISO 9001 的符合性證明。



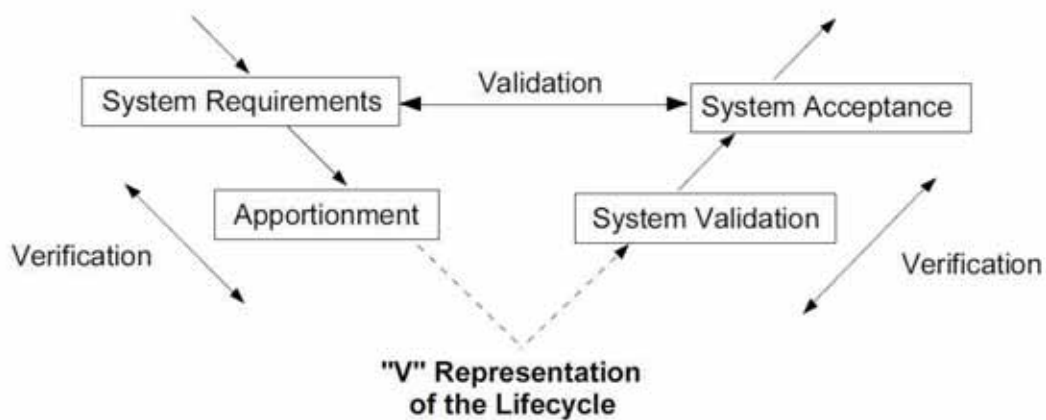
資料來源：本研究繪製

圖 2.1 認證與驗證關係與概念

2.1.2 查證與確證

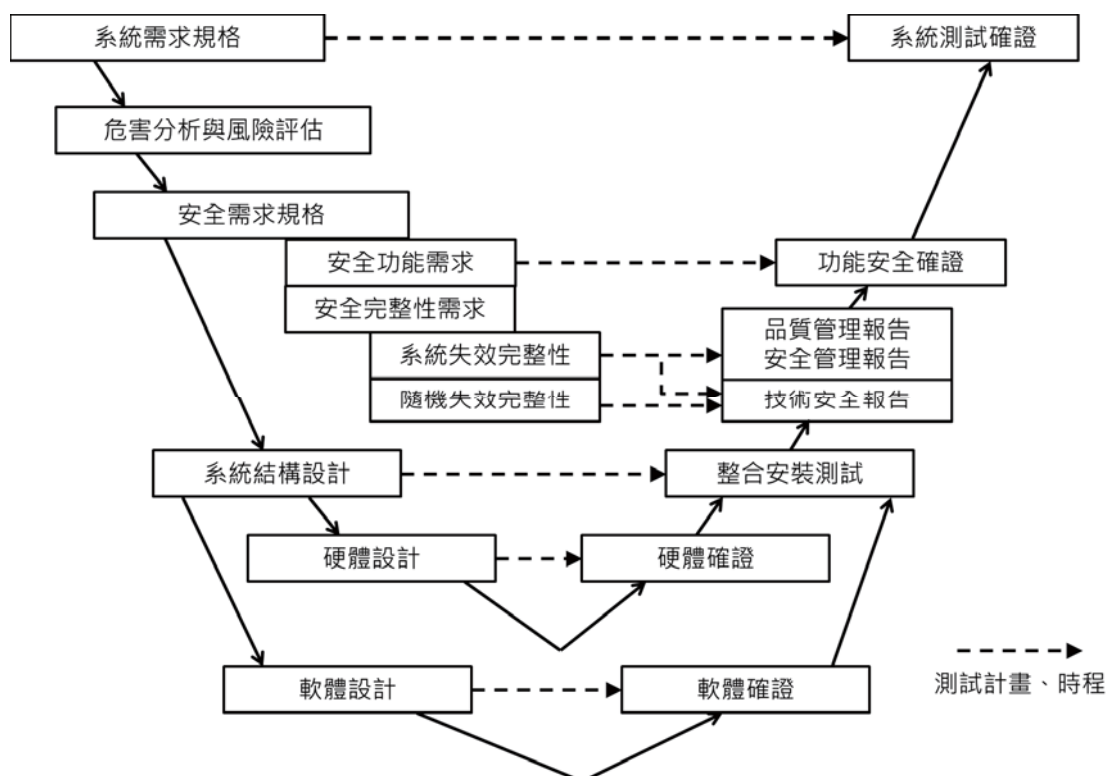
目前鐵道業界常被提到的查證與確證（Verification and Validation，以下簡稱 V&V），主要出自於 EN 50126、EN50128、EN50129（以下簡稱 EN 50126/8/9）之規範，屬於系統工程中的作業流程，圖 2.2 說

明 V&V 於鐵道系統生命週期中之定位，圖 2.3 進一步以軟體、硬體、安全需求為例具體說明供讀者了解，茲說明 V&V 定義如下：



資料來源: [7]

圖 2.2 V&V 在 V type 生命週期模型中之說明



資料來源: [44]

圖 2.3 V&V 應用於軟、硬體及安全需求之說明

1. 查證

查證（Verification）是為確保系統、產品於各階段之設計完成事項，能符合該階段之起始需求，並遵照相關之規範，亦即查證「過程」與「方法」之正確性（Build it Right）^[41]，而對鐵道運輸系統來說，安全查證之主要意義為「針對系統安全關鍵項目，由工程建設機構或營運機構證實並提出客觀證據（Objective Evidence），由查驗機構查核（Check）、檢驗（Inspection）是否已達成特定安全標準或使用時之安全需求」，表 2-2 整理幾個鐵道系統常見標準中對於查證的定義。

表 2-2 Verification 之定義

出處	定義
IEEE 1012 ^[17]	評估一個系統或元件的過程，藉以判斷某產品在某一階段，是否滿足該階段之初所設定應達成的狀態。 一個提供客觀證據，佐證某系統、軟體、硬體與相關的產品，在各生命週期各階段的所有行動符合需求的過程（例如正確性、完整性、一致性、精確度等），包括符合標準、慣例，並完成該生命週期階段的行動，以滿足可進到下一階段的條件。
EN 50126 ^[7]	用客觀證據及檢查（Examination）來確定是否滿足特定要求。
EN 50129 ^[9]	在鐵道運輸計畫生命週期的每一階段所執行的決策行動，係藉由試驗（Test）和分析，用以證明本階段的需求符合上一階段的成果，且本階段的成果符合本階段的需求。

出處	定義
CNS 12680 ^[2] (ISO 9000)	查證，經由客觀證據之提供，證實已滿足所規定的要求事項。 備考 1. 為查證所需的客觀證據，可為檢驗或如執行替代的計算或審查文件等其他形式的決定之結果。 備考 2. 為查證所實施之作業有時稱為認可過程。 備考 3. 「已查證」一詞係用於表示相應的狀況。 客觀證據：支持某事物之存在與真實性之資料 備考 1. 客觀證據可經由觀察、量測、試驗或其他方式取得 備考 2. 為稽核目的而取得之客觀證據，通常包括稽核準則直接相關且可查證的紀錄、事實陳述或其他資訊。

資料來源：本研究整理

2. 確證

確證 (Validation) 的目的為確認產出之系統、產品是否符合使用者需求 (Build the Right Thing) ^[41]，而對鐵道運輸系統來說，確證之主要意義在於「針對安全關鍵零組件製造或施工程序，由工程建設或營運機構證實並提供客觀證據，由查驗機構查核 (Check)、試驗 (Test) 是否已符合工程技術安全規範之要求」，表 2-3 整理幾個鐵道系統常見標準中對於確證的定義。

表 2-3 Validation 之定義

出處	定義
IEEE 1012 ^[17]	在系統或元件發展過程中或結束後評估其是否滿足特定需求的程序。 提供證據佐證在某一生命週期階段或結束時，被配置到某系統、軟體、硬體與相關的產品之需求已被滿足，正確解決問題、滿足使用者需求。
EN 50126 ^[7]	用客觀證據及檢查 (Examination) 來確定是否滿足指定的預期用途的特定要求。

出處	定義
EN 50129 ^[9]	藉由測試 (Test) 和分析，用以展現 (Demonstrate) 產品在各方面都符合需求的活動。
CNS 12680 ^[2] (ISO 9000)	確證，經由客觀證據之提供，證實業已滿足某指定的預期用途或應用之要求事項。 備考 1. 為確證所需的客觀證據，為試驗或如執行替代的計算或審查文件等其他形式的決定之結果。 備考 2. 「已確證」一詞係用於表示相應的狀況。 備考 3. 確證所使用的條件可為真實的或模擬的。 客觀證據：支持某事物之存在與真實性之資料 備考 1. 客觀證據可經由觀察、量測、試驗或其他方式取得 備考 2. 為稽核目的而取得之客觀證據，通常包括稽核準則直接相關且可查證的紀錄、事實陳述或其他資訊。

資料來源：本研究整理

3. 案例說明

為使讀者了解查證與確證之差異，以下舉例說明：

(1) 功能規格：

- 電聯車功能規格要求應有一般煞車、緊急煞車功能。
- 自 60km/h 降到 0km/h，一般煞車率須達到 1 m/s^2 ，緊急煞車率須達到 1.3 m/s^2 。
- 司機員可手動選擇一般煞車與緊急煞車。
- 自動列車防護系統在條件設定下可啟動一般煞車與緊急煞車。

(2) 查證：

- 電聯車煞車設計書應包含一般煞車與緊急煞車功能。
- 性能計算書應將一般煞車率 1 m/s^2 及緊急煞車率 1.3 m/s^2 納入。
- 列車控制盤應有一般煞車與緊急煞車控制設計。

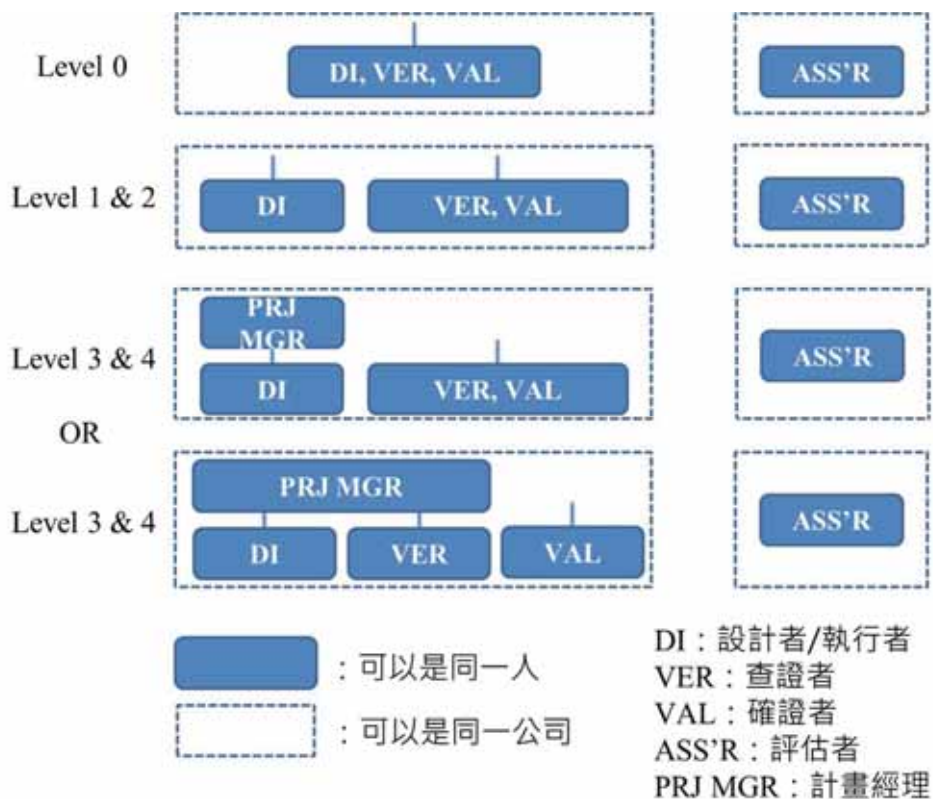
- 號誌系統與車輛系統的控制介面應有一般煞車與緊急煞車的控制功能。
- 應有動態測試計畫試驗前述一般煞車與緊急煞車功能。

(3) 確證：

- 透過動態測試來試驗列車速度從60km/h降至0km/h時，滿足一般煞車率 1 m/s^2 及緊急煞車率 1.3 m/s^2 。
- 試驗列車控制盤能啟動一般煞車與緊急煞車。
- 試驗號誌系統在設定條件下分別可啟動一般煞車與緊急煞車。

2.1.3 獨立查證與確證

EN 50126/8/9 中對於獨立查證與確證之獨立性要求可參考圖 2.4 之說明。



資料來源: [9] 與本研究繪製

圖 2.4 EN 50129 中對獨立性之說明

圖 2.4 是 EN 50129 說明鐵道系統安全功能之安全完整性等級 (Safety Integrity Level, 以下簡稱 SIL) 時, 要求與此安全功能相關的查證與確證者應具備一定獨立性, 而所謂的 SIL 乃是透過風險分析, 或依據 IEC 61508 中所建議的分析方法, 針對有安全需求的功能, 依其失效後的嚴重程度予以訂定相應的可靠度要求, 確保安全風險可被接受。SIL 的 Level 介於 0~4, 分別對應不同的可靠度要求, SIL 4 為最高等級, SIL 等級越高代表該功能需要越高的可靠度。

了解制定 SIL 的原因後, 不難看出圖 2.4 中有幾個關鍵:

1. 所謂的查證者 (VER) 與確證者 (VAL), 其實可以跟設計與執行者 (DI) 一樣屬於同一家公司, 實務上有可能是某公司內部不同的專案團隊間彼此進行查證、確證, 也可能是設計公司聘請外部單位來執行查證與確證工作。
2. 當某功能的 SIL 需求達到 Level 3 或 4 時 (代表此功能失效將無法有效控制可能導致嚴重後果的情事, 故可靠性要很高), 不但要求應分別安排非屬設計者的人員擔任查證者與確證者, 甚至這些查證者與確證者也必須獨立於專案團隊, 當發現問題時必須直接回報給權責單位而非專案經理以確保獨立性。
3. EN 50126/8/9 中所要求的第三方單位 (Third Party) 是獨立評估者 (ASS'R), 與前述查證者 (VER) 與確證者 (VAL) 的獨立性屬於不同層級的要求。

以號誌系統主要功能為例, 因與安全高度相關, 通常有 SIL 3 甚至 SIL 4 的要求, 在查證與確證的獨立性上通常較嚴格, 故專案組織上需要獨立的 V&V 經理與 V&V 團隊, 例如查證號誌測試項目是否已完整覆蓋所需功能時, 獨立於測試團隊的 Verifier, 查證諸如系統需求測試案例 (System Requirement Test Case) 是否已完整滿足安全需求等; 以及展現號誌數據資料正確性的獨立 Validator, 確證諸如點對點測試 (Correspondence Testing) 等項目, 檢查號誌系統與每個子系統介面數據與參數的正確性等。號誌廠商也會聘請外部單位擔任獨立安

全評估者，依循 ISO/IEC 17020 的要求，讓外部單位透過符合性評鑑活動，佐證號誌廠商符合 EN 50126/8/9 中包括獨立性等的各項要求。

前述 EN 50126/8/9 是要求查證與確證者的獨立性，在軟體相關標準 IEEE 1012:2012 中則進一步從技術、管理、財務三個構面上比較獨立性的差異。如表 2-4 所示，從最高度獨立的傳統型（Classical）到最低限度的內嵌型（Embedded），都屬於 IEEE 1012 所定義的 IV&V。

表 2-4 IEEE 1012 定義的 IV&V 類型

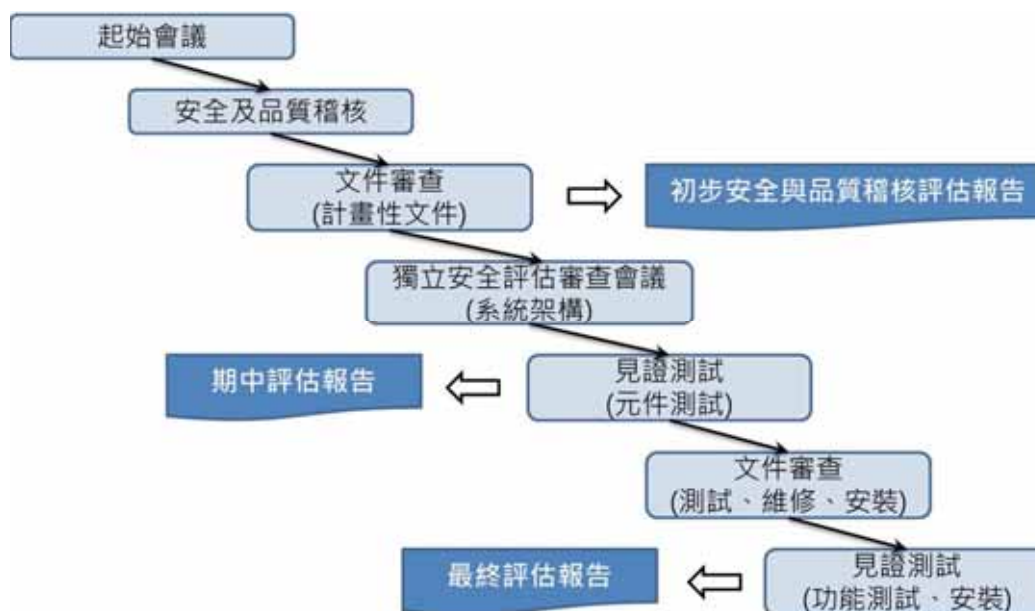
IV&V 類型	技術	管理	財務
傳統型（Classical）	I	I	I
修正型（Modified）	I	i	I
整合型（Integrated）	i	I	I
內部型（Internal）	i	i	I
內嵌型（Embedded）	e	e	e
I：嚴格的獨立，i：有條件的獨立，e：最低限度的獨立			

資料來源：[17] 與本研究繪製

2.1.4 獨立安全評估、軟體評估

獨立安全評估（Independent Safety Assessment，以下簡稱 ISA）從 1999 年 EN 50126 發布時便已被納入安全評估的機制內，在 EN 50128 之後針對軟體部份也有獨立軟體評估（Independent Software Assessment，以下簡稱 ISwA），其正式入法於歐盟指令 DIRECTIVE 2004/49/EC 中對跨國鐵道 Safety Authority 的要求，明確的風險評量與評估要求則於 REGULATION（EC）No 352/2009 中訂定，近年已普遍成為包括歐洲與國際上諸多國家遵循的機制。此規定乃歐盟針對跨國鐵道之規範，各國的都會捷運、輕軌等系統則仍依據各國法令的要求，以英國為例，僅要求對有造成重大安全影響的變更進行安全評估，澳洲也採用同樣的精神，詳 2.3.1.4 節、2.4.3 節。

ISA 主要專注於安全相關功能的評估，透過稽核、現地見證、書面評估等方式確認受評估項目的安全、功能與品質是否滿足需求，常見的 ISA 流程可參考圖 2.5。



資料來源: [43]與本研究繪製

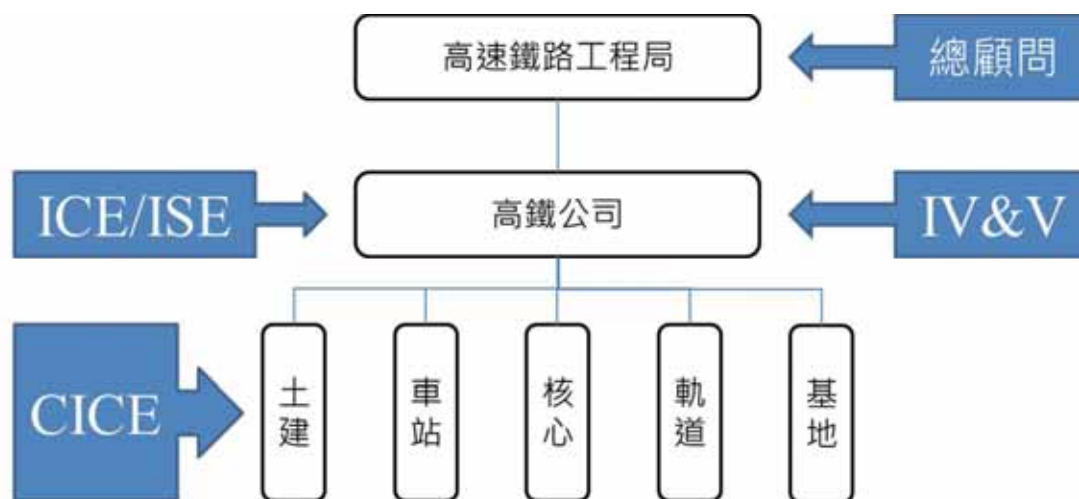
圖 2.5 獨立安全評估流程

2.1.5 獨立查核與獨立監造工程師

獨立查核工程師 (Independent Checking Engineer, 以下簡稱 ICE) 與獨立監造工程師 (Independent Siting Engineer, 以下簡稱 ISE) 源自於國際專案的組織架構。

以高鐵專案為例，與後續國內其他鐵道建設最大的不同點在於其為 BOT 專案，為確保所設計、興建之高鐵系統能符合各項標準及規範之要求，進而滿足順利營運之目的，高鐵公司要求承接其土建各標工程的廠商，須聘請承商之獨立查核工程師 (Contractor's Independent Checking Engineer, CICE)，且高鐵公司另自行聘請國際專業單位擔任 ICE 及 ISE 的角色，協助檢視、確認高鐵系統設計、品質相關技術文件，並進行施工現場查核。此外，由高鐵公司依與交通部簽定之「興建營運合約」 (Construction and Operation Agreement, 簡稱 C&OA)，應聘請 IV&V 專業機構，確認高鐵系統之設計及興建在功能、品質、技術層面上，均已符合安全相關規範及高鐵專案之需求，並確認營運

前相關準備工作均已完成，進而確保興建、營運、維修工作均已無任何安全相關議題，且符合可順利營運之目標。高鐵專案獨立驗證機制架構詳圖 2.6。



資料來源：本研究繪製

圖 2.6 高鐵專案獨立驗證機制架構

從角色功能上來看，以近年我國政府發包的工程專案架構來說，ICE 可視為獨立於承包廠商外的設計審查單位，例如機場捷運專案的總顧問，淡海、安坑輕軌則由專案管理顧問負責設計審查；ISE 的任務則是由國內常見的監造單位負責。

2.1.6 小結

根據本節名詞回顧成果、專家訪談後，歸納國內鐵道業界對 IV&V 的解讀有以下結論：

1. 依據 CNS 標準，Independent Verification and Validation 直接翻譯的中文名稱應為獨立查證與確證。
2. 履勘要點所述的「獨立驗證與認證報告」，其實無論就其內容與目的均是為了「驗證」指定需求是否已符合，報告內容無涉「認證」作業，經發現早期亦有「獨立驗證與確認」^[31]之用詞，應是對 Verification and Validation 的不同中文翻譯使然。
3. 探究業界以 IV&V 簡稱鐵道系統獨立驗證作業的主因，除了可能來自 Verification 與 Validation 不同的中文翻譯外，主要考量

Verification 與 Validation 的成果是驗證指定需求是否符合的重要證據，且此符合性的判定者須有一定的獨立性，故習慣以 IV&V 稱之。

2.2 國內外 IV&V 與類似專案

本節扼要回顧國內外獨立驗證或類似專案的作業範疇與內容，作為後續研擬修訂條文草案與作業指引的參考。

2.2.1 國內專案

2.2.1.1 台灣高鐵

台灣高鐵導入獨立驗證機制源自於交通部與台灣高鐵公司的興建營運合約(Construction and Operation Agreement, C&OA)中載明^[52]：「為保證乙方（台灣高鐵公司）所規劃、設計、興建之高速鐵路系統（包括土建工程、軌道工程及機電系統等）能達到功能、品質及安全要求，乙方應自費委託獨立、公正且經甲方事先同意之專業機構，執行查核、檢驗及認證工作並提出報告及結果證明文件。」。

圖 2.6 已說明高鐵專案獨立查核機制架構，從台灣高鐵公司所提送之「台灣南北高速鐵路興建計畫執行概要書」中發現^[46]：「另依合約規定聘請 IV&V 以執行獨立驗證及認證^註業務，並建立 ICE、ISE 以執行獨立審查與監造業務。」

其中 IV&V 作業由英國勞氏集團(Lloyd's Register Project Team，以下簡稱 LRPT)執行，其主要分成兩個專業團隊，大致的查核、檢驗範疇如下^[46]：

1. AEA 鐵道技術團隊 (AEA Technology Rail, AEAT)

(1) 核心機電；

^註為了如實呈現文獻資料，此處仍使用「獨立驗證與認證」，本研究建議可考量更名為「獨立驗證」更符合相關作業內容與目的，詳本報告 4.1 節之名詞修訂建議與說明。

- (2) 軌道。
- 2. TGP 團隊 (Tony Gee and Partners)
 - (1) 土建；
 - (2) 車站與維修基地。

其主要執行方法包括：

- 1. Examination：查核 (Check) 其他單位的產出，並對產出是否符合標準、高鐵局要求、相關法規來提出意見。
- 2. Monitor：現場的審查 (Review)。
- 3. Review：審查，針對行動、過程或資產提供專家經驗。

高鐵專案的 IV&V 團隊在作業過程中向高鐵公司與高鐵局提送的最終報告包括^[52]：

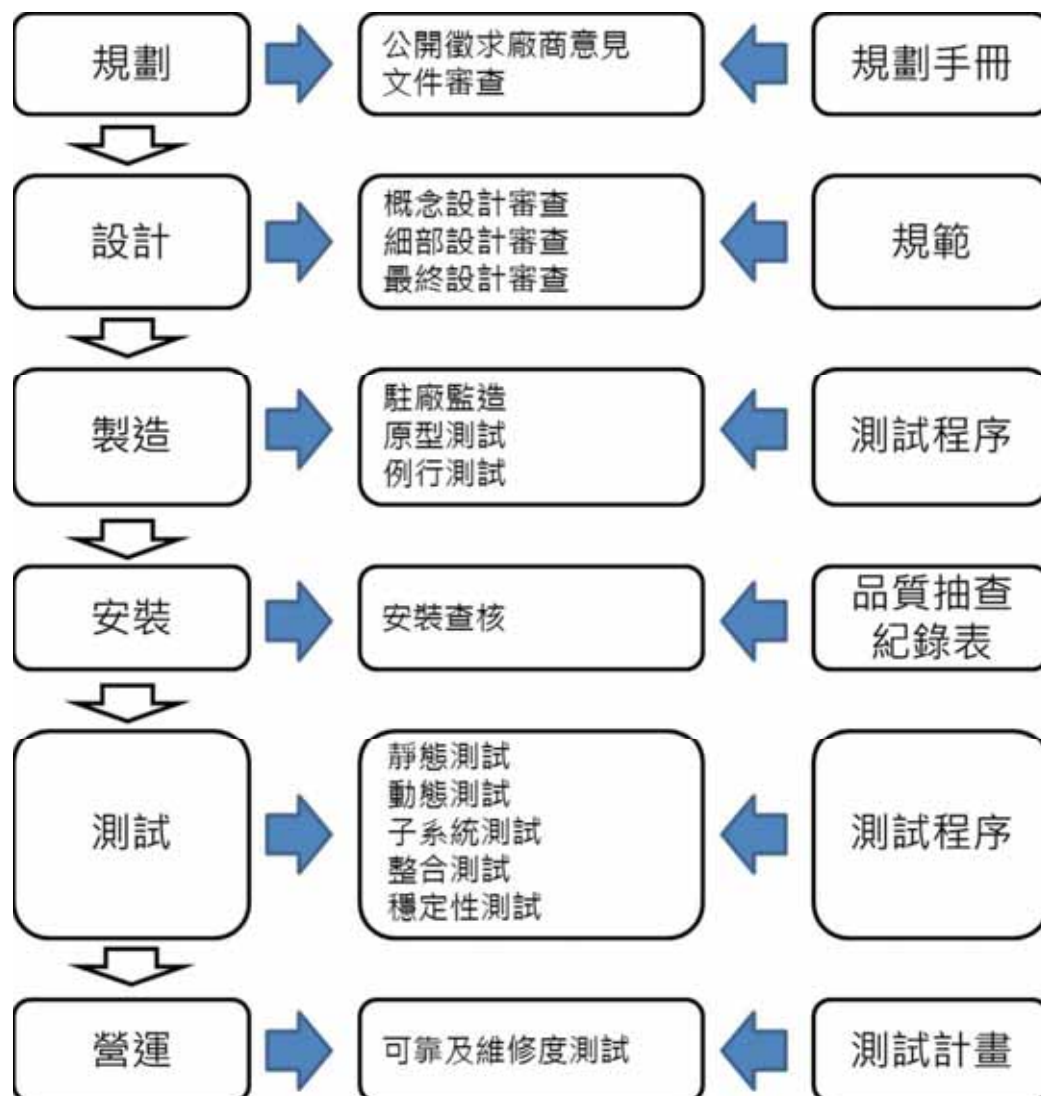
- 1. 最終安全報告；
- 2. 最終品質報告；
- 3. 最終功能性報告；
- 4. 最終 RAM 報告 (Reliability, Availability and Maintainability, RAM)。

基於上述最終報告內容，由 IV&V 團隊出具最終證書 (Final Certificate)，確認系統符合規範且適合營運 (Fit for Operation)。

2.2.1.2 臺北捷運

臺北捷運系統的興建乃由臺北捷運工程局（以下簡稱北捷局）執行 Verification 與 Validation 作業，例如依照「機電系統標細部設計技術審查品質管制作業程序 QSOP-G9003」，由北捷局辦理文件審查，在系統竣工、實質完工、營運測試等階段，同樣由北捷局派員現場確認，以完成獨立於廠商外的 Validation 作業。以臺北捷運信義線為例^[53]，其電聯車的 V&V 作業流程如圖 2.7。

針對系統保證作業，也就是可靠度、可用度、維修度、安全度（Reliability, Availability, Maintainability, Safety，以下簡稱 RAMS）的 V&V 作業，北捷局已依循 EN 50126 之規定，遵照全生命週期的概念內化到既有的品質程序中^[42]，因此，嚴格來說臺北捷運系統目前尚未有獨立「第三方單位」在既有北捷局 V&V 作業上再進行一次驗證，根據北捷局專家的建議^[42]，未來可考量委由獨立客觀的第三者，在重要的系統概念定義、運行階段及系統要求分配階段介入，以檢視可能的設計缺口，確認系統需求是否完整以及安全無虞，如此與國際鐵道工程標準與規範完成無縫接軌。



資料來源：[53]

圖 2.7 臺北捷運信義線機電系統核心工程各階段驗證作業

2.2.1.3 高雄捷運

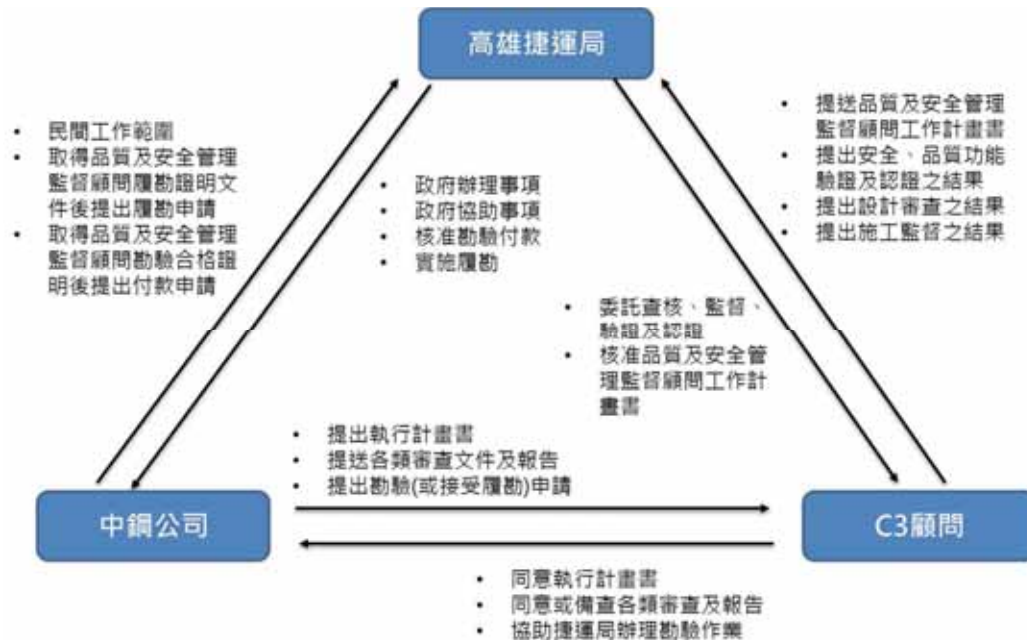
目前業界認知之高雄捷運獨立驗證廠商，指的是高雄捷運局於民國 90 年針對高雄捷運橘線與紅線路網興建過程中所聘請的民間參與捷運顧問（第三部份），正式名稱為品質及安全管理監督顧問，也被俗稱為 C3 顧問，由英商莫特麥克唐納工程顧問股份有限公司與國內漢翔航空工業股份有限公司共同承攬，高雄捷運局與興建廠商合約中的 IV&V 條款如下^{註[46]}：

1. 確保乙方（中國鋼鐵股份有限公司主）設計、興建之捷運系統達到本計畫規定之功能、品質及安全之要求，甲方（高雄捷運局）將委託獨立驗證認證機構（即 IV&V）執行捷運系統之查核、監督、驗證及認證工作。該獨立驗證認證機構即品質及安全管理監督顧問。
2. 甲方或品質及安全管理監督顧問，有權對於乙方及其承包商進行之工程，隨時為監督、稽查及檢查等工作，乙方與其設計單位、審查單位及承包商應配合協助，提供相關之計算資料及文件，並適時執行必要之測試。甲方或品質及安全管理監督顧問關於監督、稽查及檢查等工作之指示，除有違一般工程專業之認知並有具體之事由外，乙方不得拒絕。
3. 於施工、製造、安裝、測試、試運轉與營運模擬階段，甲方如發現乙方工程品質不符合本合約規定，乙方應依甲方之指示限期改正。
4. 甲方或品質及安全管理監督顧問查驗本合約工程品質時，乙方應免費協助查驗。甲方或品質及安全監督顧問所有之監督、稽查及檢查等工作，應合理為之。

關於高雄捷運局、中國鋼鐵股份有限公司、C3 顧問之三邊關係如圖 2.8。從圖中可以發現，其實 C3 顧問的查核、驗證範圍已超過一般

^註為了如實反映文獻資料，此處仍使用「獨立驗證與認證」一詞，本研究建議可考量更名為「獨立驗證」更符合作業內容與目的，詳本報告 4.1 節之名詞修訂建議與說明。

認知第三方評估單位的範疇，或者相較於高鐵專案來說，C3 顧問將 IV&V、ICE、ISC、CICE 的工作集於一身，甚至包括了高鐵專案中高鐵局聘請總顧問的角色，其工作範疇包括^{註[52]}：



資料來源：[52]與本研究繪製

圖 2.8 高雄捷運 IV&V (C3 顧問) 定位

1. 計畫管理範圍

- (1) 中鋼公司之執行計畫書；
- (2) 組織架構及採購計畫；
- (3) 時程管理計畫；
- (4) 風險管理計畫；
- (5) 品質管理計畫；
- (6) 設計管理計畫；
- (7) 綜合環境管理執行計畫；
- (8) 辦理勸驗；

^註為了如實反映文獻資料，此處仍使用「獨立驗證與認證」一詞，本研究建議可考量更名為「獨立驗證」更符合作業內容與目的，詳本報告 4.1 節之名詞修訂建議與說明。

- (9) 管理報告；
- (10) 配合本建設案之技術服務；
- (11) 計畫變更。

2. 驗證與認證範圍

- (1) 安全管理計畫；
- (2) 初步安全計畫；
- (3) 設計/系統安全計畫；
- (4) 工程安全驗證；
- (5) 先期營運安全計畫；
- (6) 營運安全驗證；
- (7) 營運安全計畫；
- (8) 營運及維修手冊；
- (9) 捷運系統及設備之維修計畫；
- (10) 人力資源計畫；
- (11) 服務指標。

3. 設計品質管理

- (1) 設計規範及功能設計之有關圖說；
- (2) 施工規範；
- (3) 細部設計；
- (4) 建築管理。

4. 施工品質管理

- (1) 施工管理計畫；
- (2) 交通維持計畫；
- (3) 管線管理；
- (4) 建物保護計畫；

- (5) 水土保持計畫及取棄土之相關評估作業；
- (6) 土建工程之施工監造計畫、機電系統製造及安裝之監造計畫及現場重點監督。

2.2.1.4 機場捷運

高鐵局在機場捷運總顧問的合約項目中，要求應聘請一獨立單位執行 V&V 作業，雖不是高鐵局直接招標，但實務作業上高鐵局無論在意見處理、報告提送上均賦予此 V&V 單位絕對的獨立性，故也可視之為機場捷運的 IV&V，其評估範圍包括機電核心系統、自動收費系統、行李處理設備系統、電梯及電扶梯系統與航班資訊顯示系統。

機場捷運總顧問聘請勞氏鐵道擔任 V&V 獨立單位，其開具意見分為三個等級如下，意見格式詳表 2-5。

1. 關鍵觀察意見（Critical Observations, COB）：非常重要之項目，必須在營運前關閉之事項。
2. 一般觀察意見（General Observations, GOB）：重要之項目，限期關閉之事項。
3. 建議項目（Suggested Items, SI）：提醒性之項目，例如未直接影響安全、次要技術項目及可促進 V&V 工作之建議等。

表 2-5 機場捷運 V&V 意見表單

日期	子系統	編號	摘要	關閉緣由	關閉日期

資料來源：高鐵局

其最終出具的證書項目與佐證依據如表 2-6。

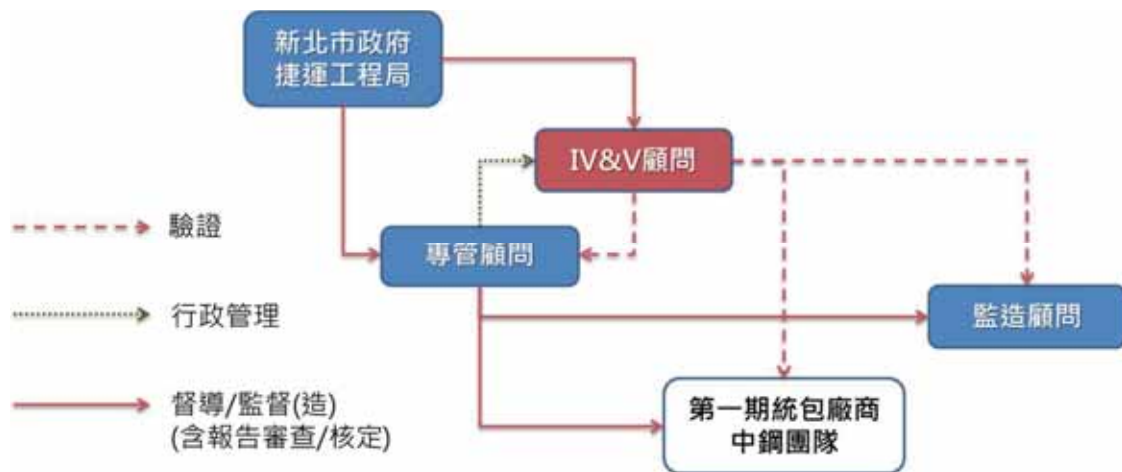
表 2-6 機場捷運系統可營運證書項目與佐證依據

最終證書項目	佐證依據
最終功能性報告 Final Functionality Report	● 廠商自主 V&V 報告
最終安全性報告 Final Operational Safety Report	● 系統安全：安全證明 ● 營運安全：營運公司模擬演練成果
最終品質報告 Final Quality Report	● 工地驗收測試（SAT）報告 ● 系統整合測試（IST）報告 ● 營運前運轉測試報告 ● 最終待改善清單
最終 RAM 報告 Final RAM Report	● 系統保證報告 ● 穩定性測試與報告 ● 營運前 RAM 展示測試與報告

資料來源：[32]

2.2.1.5 淡海輕軌、安坑輕軌、三鶯線

淡海輕軌、安坑輕軌、三鶯線均為新北市政府捷運工程局（以下簡稱新北捷運局）辦理之捷運建設計畫，其專案組織架構大抵類似，以淡海輕軌來說，在新北捷運局下聘有專管顧問、監造顧問及 IV&V 顧問，專管顧問與監造顧問負責對統包廠商進行文件審查、監造、督導等工作，IV&V 顧問則是負責驗證工作，且驗證對象除了統包廠商外也包括專管顧問與監造顧問，例如評估兩者的作業程序、品質管理是否符合規定等。專管顧問同時協助新北捷運局對 IV&V 顧問進行行政管理，不干涉技術意見以確保其獨立性，組織架構如圖 2.9。



資料來源：[40]

圖 2.9 淡海輕軌計畫 IV&V 顧問角色示意圖

此三個專案的特色在於為避免過去類似專案發生的問題，因而對 IV&V 顧問提出的意見依據與時程訂出額外的規範，同時也提高 IV&V 顧問的責任，必須對驗證不實受罰，合約中重要規定包括^{註[47]}：

1. 廠商執行 IV&V 發現事項所提意見，以及報告中所提意見、建議及結論，應考慮工程所在地區之環境特性及限制因素，且為實務上合理、可行，並載明依據。
2. 對於相關重大缺失，應提出已有實際執行之類似系統案例經驗作法，供業主及相關單位參考，且評估權責單位之決定，據以執行驗證與認證工作，以期能縮短處理作業時程，俾利本計畫的認證。
3. 廠商於辦理驗證與認證期間，遇有需相關單位澄清之處，應主動向業主提出，並應針對其所提出之重大缺失，協助業主召開結案檢討會議。
4. 罰則：
 - (1) 對於執行 IV&V 時之發現，廠商應本專業及相關規定，忠實向業主反應，不得拖延或隱匿不報。如因此造成業主任何損

^註為了如實反映文獻資料，此處仍使用「獨立驗證與認證」一詞，本研究建議可考量更名為「獨立驗證」更符合作業內容與目的，詳本報告 4.1 節之名詞修訂建議與說明。

失，含括本計畫時程之延誤，廠商均須依契約負連帶賠償責任。

- (2) 經乙方所檢核與評估文件中，若有發現問題未能及時於其所提之各項報告中預警，或另以其他形式提送，因延遲提出或未提出，導致甲方遭受損害，將依契約罰則規定辦理。
- (3) 若發現問題，但於其所提之各項報告中未載明引用依據或未提出已有實際執行之類似系統案例經驗作法供甲方參考，導致議題發散無法解決，致甲方遭受損害；另未能發現問題或發現問題隱瞞未於其所提之各項報告中預警，致甲方遭受損害，皆依契約罰則規定辦理。

此外，針對系統承包商也增訂應配合 IV&V 的條款以確保 IV&V 意見受重視，包括^[40]：

1. IV&V 顧問簽發之觀察事項或評估報告內所列之缺失，廠商應於 21 日內提出合理、可行的解決辦法供業主及 IV&V 顧問審查，若未能結案應敘明理由。
2. 當 IV&V 觀察意見及階段性報告所列缺失均已改善完成時，統包商才能請領細部設計費及土建軌道工程費尾款。
3. 關於機電動態整合測試，IV&V 觀察意見及階段性報告所列缺失均已改善完成時才代表機電系統實質完工，可以進行相關請款作業。
4. 在系統展現階段，IV&V 觀察意見及階段性報告所列缺失均已改善完成。才能視為機電系統竣工（尾款），廠商可以申請保固起算。

2.2.1.6 南迴機電系統

鐵路改建工程局（以下簡稱鐵工局）於 2013 訂定之「系統機電工程獨立驗證與認證作業程序」中^{註[14]}，對 IV&V 工作範圍訂定如下：

1. 對本局執行之系統機電工程執行獨立之查核、檢驗及認證工作，以最後產出之結果證明文件，確認與本局簽約之承包商與分包商所執行之系統機電工程，符合需求中應遵守之義務的功能、品質及安全的要求。
2. 獨立查核、檢驗與認證作業不包含商業、契約、經濟以及財務之項目。
3. 專業機構在查核作業時，將依據本局所遴聘承包商之品保（管）作業程序訂定專業機構之查核範圍及方法，並於過程中定期出具評估報告。
4. 專業機構將確認本局、承包商及使用單位之需求及應盡義務是否符合契約相關內容。
5. 專業機構之查核工作範圍包括本局執行之系統機電工程中之所有項目，依獲得的資料與數據為查核取樣的基礎，取樣之範圍則由專業機構依據安全風險、可靠度、以往使用狀況及其技術性為基準。
6. 查核本局及其承包商之品質計畫。
7. 確認各項機電系統工程在系統生命週期中之適切階段。
8. 確認各項功能性與技術性之需求是否符合。
9. 確認專案管理是否有效執行。
10. 確認品質與安全管理是否有效執行。
11. 確認品質與安全之訓練規劃是否有效執行。
12. 定期查核所有檢驗程序並出具相關定期報告。

^註為了如實反映文獻資料，此處仍使用「獨立驗證與認證」一詞，本研究建議可考量更名為「獨立驗證」更符合作業內容與目的，詳本報告 4.1 節之名詞修訂建議與說明。

因此，鐵工局於 2014 年辦理「臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程建設計畫」系統機電工程獨立驗證與認證委託專業服務，該計畫中以前述程序為原則，對 IV&V 專業機構之具體作業要求如下^{註[17]}：

1. 各機電系統之安全評估、規範審查、設計審查、施工查核及系統整合測試等作業之查核與檢視；
2. 對與系統保證相關之項目加以驗證及認證，依計畫時程向甲方（鐵工局）提供評估報告；
3. 以認證書說明本計畫系統機電之設計及施工執行成果符合 RAMS 之要求；
4. 對系統機電設計及施工之功能、品質等程序中相關之項目加以驗證及認證；
5. 對各項系統機電測試之功能、品質等程序中與安全相關之項目加以驗證及認證；
6. 適時適切派員至丙方（承包商）及丁方（設備供應商）評估與安全有關作業之執行，並應對任何不符合規定的作業提出改正建議；
7. 確保本計畫機電系統設計及施工之成果能符合各系統規範，並滿足操作和安全方面之定性與定量需求；
8. 定期或不定期召開驗證工作結果討論會議；
9. 基本設計、細部設計、施工至竣工三階段提出最終認證書。

2.2.1.7 臺鐵車輛採購

臺灣鐵路管理局（以下簡稱臺鐵局）於近幾年的車輛採購案中開始導入 IV&V 機制，例如 EMU 800 採購、TEMU 2000（普悠瑪）採購、柴液調動機採購等，各採購案對 IV&V 單位的要求概述如下^{註[40]}：

^註為了如實反映文獻資料，此處仍使用「獨立驗證與認證」一詞，本研究建議可考量更名為「獨立驗證」更符合作業內容與目的，詳本報告 4.1 節之名詞修訂建議與說明。

1. EMU 800 採購（民國 97 年）

合約中要求投標廠商應於投標時提送獨立驗證與認證機構名單及符合資格之證明文件供臺鐵局審查，該採購案得標之廠商為台灣車輛股份有限公司，而獨立驗證與認證機構則為英商莫特麥克唐納工程顧問公司。

2. TEMU 2000（普悠瑪）採購（民國 99 年）

此採購案得標廠商為日本車輛，而由英國勞氏集團擔任獨立驗證與認證機構，執行架構與 EMU 800 大致相同。

3. 柴液調動機採購（民國 104 年）

有別於上述兩次採購案，此次採購改由臺鐵局獨立招標 IV&V 顧問，並於合約中對於 IV&V 顧問提出以下要求：

- (1) 代表臺鐵局，確保承商於設計、製造、測試、驗收與保固等期間各項工作符合規範中對系統保證之要求。
- (2) 發出證明書說明符合 RAMS 之要求。
- (3) 對功能、品質、操控程序、及維修程序中與系統保證有關項目進行驗證與認證。
- (4) 依設備發展進程派員至製造廠監督系統保證相關作業之執行，並對不符合規範項目提出改正建議。
- (5) 依據承商所提出之安全證明文件，發給臺鐵局運用安全證明文件。

2.2.1.8 小結

本研究經回顧過去國內 IV&V 專案後有以下發現：

²²為了如實反映文獻資料，此處仍使用「獨立驗證與認證」一詞，本研究建議可考量更名為「獨立驗證」更符合作業內容與目的，詳本報告 4.1 節之名詞修訂建議與說明。

1. 驗證成果、報告涵蓋的「內容」
 - (1) 簡介：包括 IV&V 角色定位、最終報告或證書概要、採用的驗證方法。
 - (2) 評估與發現回顧：包括重要的評估議題及安全、功能、品質、RAM 的議題，以及營運準備的議題。
 - (3) 報告或證書保證項目及佐證證據：包括統包商合約上的需求、安全需求、可營運需求等之證據。
2. 執行資格涵蓋的「要件」
 - (1) 各專案要求不同。
 - (2) 普遍以過去類似專案的實績為依據。
3. 驗證範圍涵蓋的「項目」
 - (1) 至少涵蓋安全、功能、品質，部分專案額外要求 RAM。
 - (2) 因應履勘要點整體系統要求，近年發包的 IV&V 專案多涵蓋系統機電、土建軌道、營運維修等全部項目。
4. 驗證依據涵蓋的「基準」
 - (1) 除業主需求外，各 IV&V 執行機構多採用各自發展的基準。
 - (2) EN 50126/8/9 及 IEC 61508 對系統安全、RAMS 的作業要求普遍被採納為 IV&V 作業基準。

表 2-7 整理國內 IV&V 專案之異同，其中可發現趨勢包括：

1. 辦理機關傾向於在總顧問或專管顧問外，透過招標程序聘請另一機構負責提出 IV&V 報告。
2. 對 IV&V 專業機構之定位、解釋不盡相同，應驗證項目、範圍仍分歧。
3. ICE、ISE 角色逐步由總顧問、監造單位取代，但與 IV&V 專業機構之職責區別仍未明確。

4. EN 50126 規定之 ISA、V&V 作業逐漸落實，惟更造成 IV&V 定位模糊。

表 2-7 國內 IV&V 專案比較

	高鐵	北捷	高捷	機捷	淡海/安坑/三鶯	南迴	臺鐵局
是否有 IV&V	有	無	有	有	有	有	有
獨立招標	有 ^{註 1}	-	有 ^{註 2}	否 ^{註 3}	有	有	有
驗證範圍 ^{註 5}	機電 土建 營運	機電 營運	機電 土建 營運	機電 營運	機電 土建 營運 ^{註 3}	機電 營運 ^{註 4}	機電 營運 ^{註 4}

資料來源：本研究整理

註 1：高鐵專案為 BOT 案，高鐵公司為業主，高鐵局為監理單位，而 IV&V 係由高鐵公司招標，非由承包商招標來展現其獨立性。

註 2：高捷 C3 顧問雖獨立發包，但同時身兼 ICE、ISE 等職責。

註 3：機場捷運於總顧問合約下要求應聘請 V&V 顧問，雖未由高鐵局獨立招標，但其觀察意見也須直接回報高鐵局以確保其獨立性。

註 4：淡海/安坑/三鶯要求 IV&V 對土建工程應進程序審查，避免與國內技師簽證制度相抵觸。

註 5：鐵工局與臺鐵局將 IV&V 的業務專注在系統保證相關的驗證作業。

註 6：本表僅扼要區分機電、土建與營運，此處所指「營運」表示的是驗證範圍中涵蓋營運階段的程序與訓練，例如通車前的模擬演練或系統保證中的營運安全控制措施。

表 2-8 整理政府採購網上公告近年鐵道建設計畫的專案經費與 IV&V 經費，可發現並無一定標準，與各專案的系統規模及複雜度、專案期程、作業要求有關。大抵而言，國內過去 IV&V 經費大約占機電系統 2%，占整體系統 1% 以下。

表 2-8 我國鐵道建設 IV&V 經費比較

專案	整體經費	機電系統經費	IV&V 經費	比例 (整體/機電)	IV&V 期程	備註
南迴臺東潮州電氣化 ^{註 1}	約 85.2 億	約 63.7 億	約 1.1 億	1.3% / 1.7%	-	僅驗證機電系統之系統保證作業
機場捷運	約 1,100 億	約 320 億	-	-	-	IV&V 金額未公開，僅驗證機電系統
高雄環狀輕軌第一階段	56.8 億	-	-	-	約 3.5 年	IV&V 金額未公開，僅驗證機電系統
淡海輕軌一期	約 115.1 億	-	約 0.9 億	0.8% / 不明	約 4 年 ^{註 5}	整體系統驗證
安坑輕軌	約 112.9 億	約 46.2 億	約 0.8 億	0.7% / 1.7%	約 7 年 ^{註 5}	整體系統驗證
三鶯線	約 339.5 億	約 135.8 億 ^{註 2}	約 2.9 億	0.9% / 2.1%	約 7 年 ^{註 5}	整體系統驗證
桃園綠線	約 742 億 ^{註 3}	約 326.7 億 ^{註 4}	約 6.2 億	0.8% / 1.9%	約 12 年 ^{註 6}	整體系統驗證
臺鐵柴液機車採購	約 2.9 億	約 2.9 億	約 0.1 億	3.4% / 3.4%	約 3 年	除辦理機關外無其他外聘僱問

資料來源：本研究整理

註 1: 含潮州枋寮段土建及一般機電、列車自動防護系統 (ATP) 設備工程。

註 2: 以 ANSALDO STS 與日立製作所決標價估算。

註 3: 綜合規劃核定經費。

註 4: 第一次公告招標預算。

註 5: IV&V 期程未納入完工後 RAM 展現。

註 6: IV&V 期程未納入完工後 RAM 展現、初期營運評估。

2.2.2 國外專案

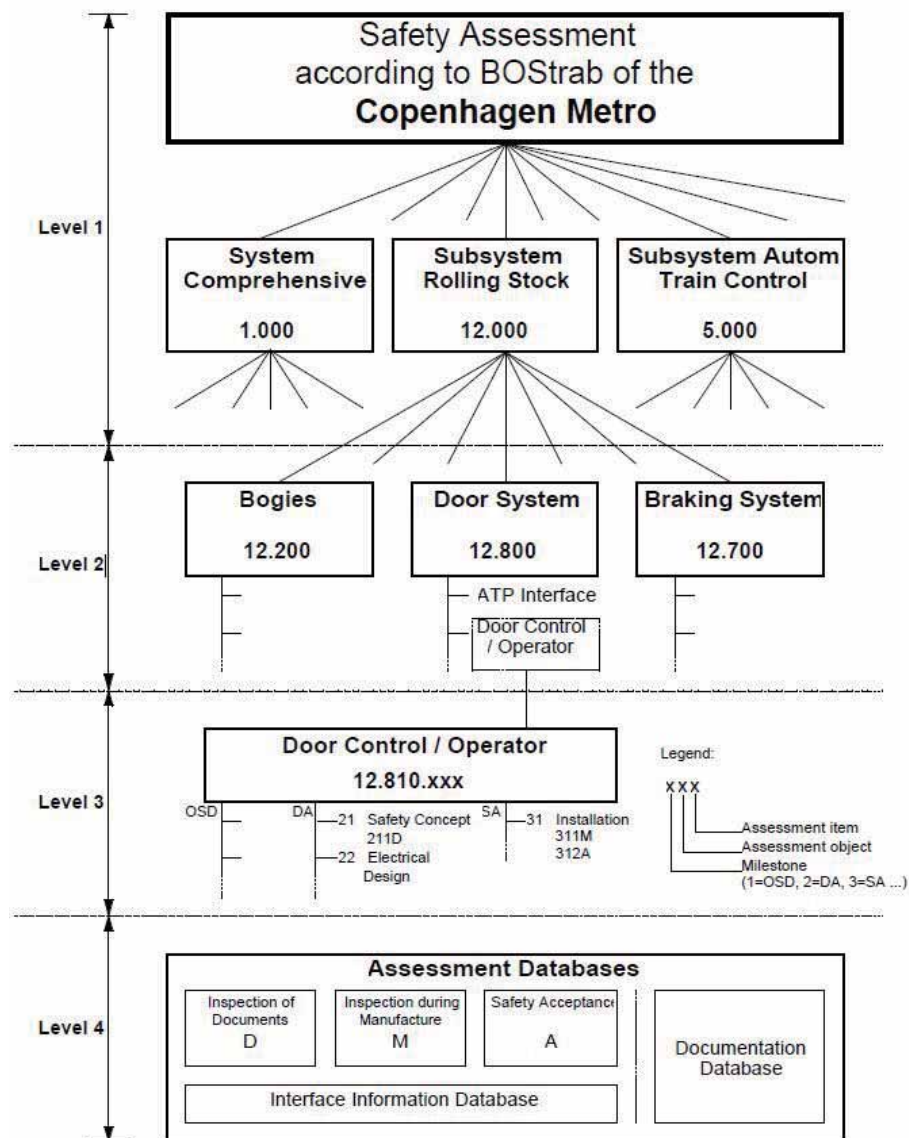
2.2.2.1 哥本哈根無人駕駛輕軌^[24]

哥本哈根無人駕駛輕軌系統是國際上較早開始導入 EN 50126/8/9 安全評估概念的系統，丹麥政府考量無人駕駛系統過去並無類似案例與工程經驗，故聘請 ISA 來評估系統安全性。其範圍包括供電與第三軌、通訊、行控中心、車站、月台門、車輛、土建，另特別著重在幾個子系統，包括自動列車控制（Automatic Train Control, ATC）及無人駕駛相關的核心電子設備。

此專案 ISA 的執行方法乃透過系統拆解的方式，分四層逐一由下而上逐層、逐階段蒐集安全證據，當子層級證據蒐集完成後，除了從該層級觀點評估安全性外，也從母層級甚至更高的層級思考是否有安全影響，並於後續階段追蹤、參考。其概念詳圖 2.10，丹麥政府要求 ISA 提出報告的時間點包括：

1. 整體系統設計核准 Overall System Design Approval (OSD) ；
2. 設計核准 Design Approval (DA) ；
3. 工程核准 Engineering Approval (EA) ；
4. 子系統接受 Sub-system Acceptance (SA) ；
5. 功能段接受 Functional Section (above ground area) Acceptance (FSA) ；
6. 捷運各段安裝接受 Installation Acceptance for Sections of the Metro (IAS) ；
7. 完成製造之每列車接受 Acceptance of Each Series Produced Train (ARS) ；
8. 系統營運程序與組織核准 Approval of System Operator Procedures & Organization (AOP) ；
9. 系統營運員工訓練核准 Approval of System Operator Staff Training (AOT) ；

10. 初步系統營運證書 Preliminary System Operator Certificate (POC) ；
11. 最終系統營運證書 Final System Operator Certificate (OC) 。



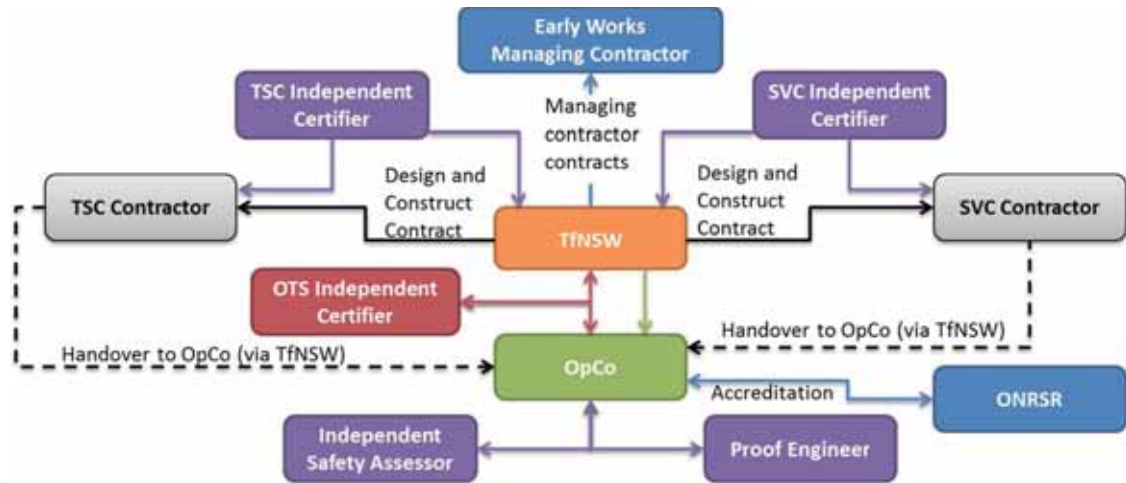
資料來源：[24]

圖 2.10 哥本哈根輕軌獨立安全評估方法

2.2.2.2 澳洲 North West Rail Link 計畫

此專案中除了導入獨立安全評估（ISA）外，業主針對防火與維生系統也要求應再聘請一獨立單位評估審查，稱之為 Proof Engineer，而負責對整個系統進行最終授證確保可營運的單位稱之為

Independent Certifier，其定位類似高雄捷運中的 C3 顧問，惟因此計畫尚有要求 ISA 與 Proof Engineer，故 Independent Certifier 可在前述兩者的評估基礎上進行最終授證，其組織架構如圖 2.11。



OTS : Operation, Trains and Systems (機電系統、營運單位)

TSC : Tunnels and Station Civil (隧道、地下段)

SVC : Surface and Viaduct Civil (高架段、平面段)

OpCo : OTS Public Private Partnership (包商)

ONRSR : Office of the National Rail Safety Regulator (監理機構)

TfNSW : Transport for New South Wales (業主)

資料來源：[20]與本研究繪製

圖 2.11 澳洲 North West Rail Link 計畫組織架構

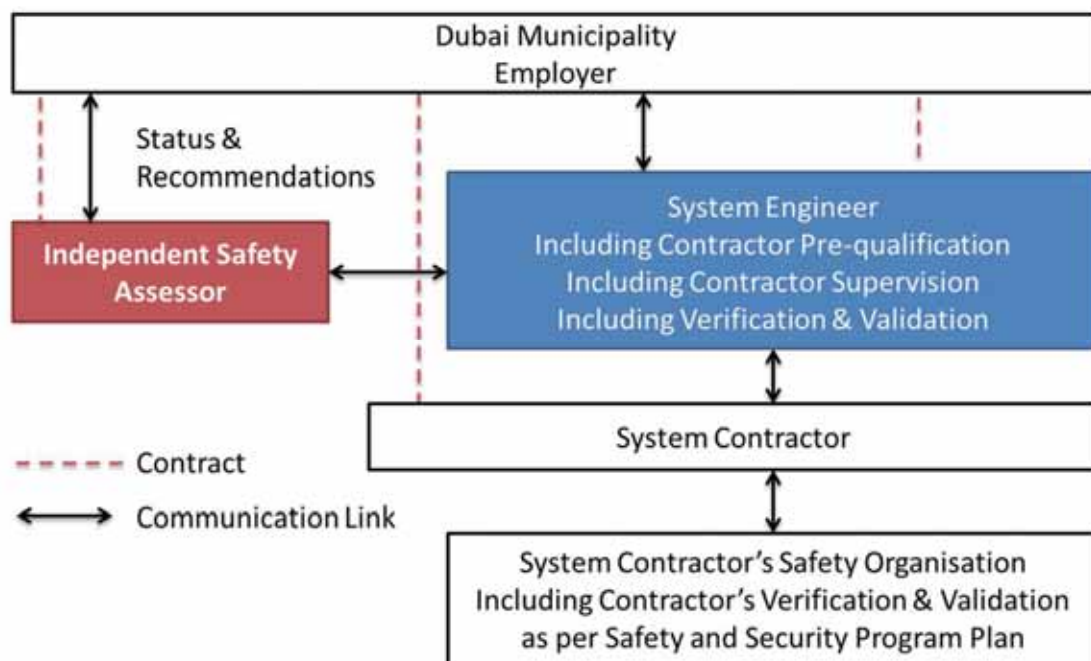
Independent Certifier 須執行的工作包括：

1. 參加會議；
2. 審查，包括：
 - (1) 測量結果與紀錄；
 - (2) 設計文件與計算書；
 - (3) 定義或原型機的合適性；
 - (4) 計畫書；

- (5) 營運準備。
3. 執行系統稽核並發出不符合性報告（若有需要）；
4. 測試見證，特別是整合測試與現地測試；
5. 管理文件資料庫以支援授證程序；
6. 發出證書。

2.2.2.3 杜拜捷運

此專案中業主除了管理顧問、承包商外，同樣聘請 ISA，而 V&V 工作由承包商負責，並由管理顧問查核。此專案 ISA 在早期規劃時便已參與，研究包括逃生疏散、防火、隧道安全、基本營運概念等議題以規劃招標需求，其專案組織架構如圖 2.12。



資料來源：[6]

圖 2.12 杜拜地鐵專案組織架構

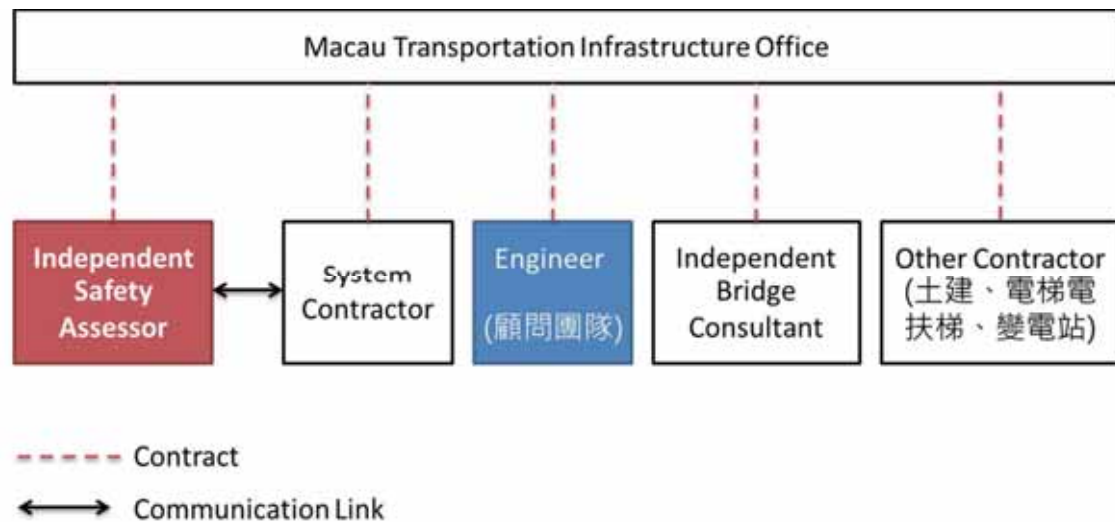
ISA 的工作範圍包括：

1. 全系統的安全評估（包括土建）；
2. 評估所有基本安全概念及所有安全功能相關的設計、製造、測試；

3. 風險評估（依據 EN 50126）；
4. 驗證風險預估並評估安全完整性等級（SIL）；
5. 評估自動列車防護（ATP）之特定應用；
6. 評估營運維修程序並稽核營運維修組織與人員。

2.2.2.4 澳門輕軌^[40]

澳門輕軌第一期工程採取獨立安全評估（ISA）之方式進行安全授證，於設計、製造、安裝、測試及試運轉階段，審核及評估安全管理程序的健全性，其專案組織架構如圖 2.13。



資料來源：[40]

圖 2.13 澳門輕軌專案組織架構

澳門輕軌的 ISA 團隊主要任務包括：

1. 審查及評估（review and assess）在設計、生產、安裝、測試及驗收階段，安全管理過程的穩健性（robustness）；
2. 審查危害管理過程（Hazard Management Process）是否適當及其穩健性；
3. 對所有參與輕軌項目並涉及重要安全事項之承包商進行獨立審查工作，尤其包括車輛及系統承包商、土建工程承包商及升降機及自動扶手梯承包商等；

4. 作出判斷（Judgement）並對其結果進行管理，如不符合處及接續行動等；
5. 在澳門輕軌系統第一期完工後，評估整個系統是否能夠安全運作。

執行 ISA 的單位透過文件檢查、現場稽核、現場見證等方式進行評估並在計畫各階段提出報告，其中，文件檢查部分主要透過定期檢查承商文件清單，依據文件重要性來鑑定需要被評估的文件，並指派具有相關經驗之專家負責評估，依據標準的檢核表與專家經驗來評估文件。稽核與現場見證部分則由不同領域的專家共同執行，針對承商的管理政策、程序與控制措施進行審核，並對與計畫相關、不同層級的承商員工進行訪談，了解適任性與獨立性，也透過視察工作環境、見證關鍵測試等方法來進行安全評估。

2.2.2.5 小結

表 2-9 整理比較本節回顧的國外類似 IV&V 專案。

表 2-9 國外類似 IV&V 專案比較

	哥本哈根輕軌	澳洲 NWRL	杜拜捷運	澳門輕軌
驗證者 角色名稱	獨立安全 評估	Independent Certifier	獨立安全 評估	獨立安全 評估
獨立招標	是	是	是	是
驗證範圍	機電土建 營運 (安全相關)	機電營運 (不限安全)	機電土建 營運 (安全相關)	機電土建 營運 (安全相關)

資料來源：本研究整理

從國外專案的回顧可以發現：

1. 國際上鐵道工程專案已普遍導入 ISA 制度，惟對 ISA 的職責、專案組織定位不盡相同。

2. V&V 工作由承包商辦理，其結果是 ISA 評估安全的證據之一。
3. 由獨立單位對系統安全危害進行評估，是國際上確保營運安全的普遍作法。

2.2.3 小結

其實從 EN 50126/8/9 開始廣被國際接受後，近年的國際專案均導入 ISA 機制，以確保安全功能相關的項目能公正並客觀地被評估，差別只在於在此 ISA 之外，視各國慣例、技術水平、鐵道建設經驗等不同，另聘有其他顧問輔助業主，以確保最終系統可營運。

2.3 國內外法規、標準與機制

本節進一步從法規、各國機制探討。

2.3.1 法規

2.3.1.1 我國法令

1. 大眾捷運系統履勘作業要點第 3 條

大眾捷運系統工程建設及營運機構依前點規定自行或報請辦理初勘前，應確認擬通車營運路段已完成下列營運要件，無營運安全之虞：

- (1) 各項土木建築、軌道及機電工程完竣。
- (2) 完成系統穩定性測試報告，且至少應包括下列指標。
 - $\text{試運轉期間系統可用度} = (\text{系統試運轉時間} - \text{系統延誤影響時間}) / \text{系統試運轉時間}$
 - $\text{平均列車妥善率} = \text{平均每日尖峰可用車組數} / \text{平均每日全車隊車組數}$

前述系統延誤影響時間係指系統或列車延誤超過 90 秒之異常事件或事故。

- (3) 營運必需之人員均已進駐，並完成各項營運規章及計畫之專業訓練及相關模擬演練。
- (4) 各項必要之土建、機電及營運相關規章、列車運行計畫已訂定完成。
- (5) 緊急逃生設施、安全防護措施及有關安全標示均已具備。
- (6) 票務系統測試正常；
- (7) 提出整體系統之獨立驗證與認證報告^註。

2. 大眾捷運系統履勘作業要點第 12 條

本要點修正發布施行後，尚未奉行政院核定之計畫，未來初、履勘時應提出整體系統之獨立驗證與認證報告。至於已奉行政院核定之計畫，仍應至少提出包含機電系統之驗證與認證報告^註。

3. 大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法第 2 條

大眾捷運系統受主管機關監督事項如下：

- (1) 營運機構之增減資本、租借營業、抵押財產、移轉管理、全部或部分宣告停業或終止營業。
- (2) 營運狀況、系統狀況、營業盈虧、運輸情形及改進計畫。
- (3) 兼營附屬事業。
- (4) 旅客運價及聯運運價。
- (5) 聯運業務。
- (6) 財務及會計。
- (7) 服務水準。
- (8) 行車安全及保安措施。
- (9) 其他有關指定之事項。

^註為了如實呈現法規資料，此處仍使用「獨立驗證與認證」，本研究建議可考量更名為「獨立驗證」更符合相關作業內容與目的，詳本報告 4.1 節之名詞修訂建議與說明。

前項監督事項，大眾捷運系統營運機構應實施主動監督管理，其實施要點由該機構訂定，報請地方主管機關核備；變更時亦同。

4. 大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法第 17 條

定期檢查每年一次，其檢查事項如下：

- (1) 組織狀況。
- (2) 營運管理狀況及服務水準。
- (3) 財務狀況。
- (4) 車輛維護保養情形。
- (5) 路線維護保養情形。
- (6) 行車安全及保安措施。
- (7) 其他有關事項。

臨時檢查得視需要，就前項各款之一部或全部實施之。

5. 臺北市大眾捷運系統修建養護規則第 4 條

新建、改建或整修完畢之路線設施，非經檢查及試運轉，不得使用。但輕微之整修，得省略試運轉。

6. 臺北市大眾捷運系統修建養護規則第 6 條

路線設施每年至少應舉行總檢查 1 次。前項總檢查，應包括路線設施養護狀況、現時狀況及用料使用情形。

2.3.1.2 美國

美國聯邦法條 CFR (Code of Federal Regulations) Part 236 的附錄 D，針對軟體控制為主的號誌與列車控制系統 (Processor-Based Signal and Train Control Systems) 及主動列車控制系統 (Positive Train Control Systems) 訂有 Independent Verification 與 Validation 的要求，主要目的在確保號誌與列車控制系統於發展及測試階段符合鐵道安全程序計畫 (Railroad Safety Program Plan，以下簡稱 RSPP) 與產品安全計畫 (Product Safety Plan，以下簡稱 PSP) 的要求，以及主動列車控制系

統的 Product Development Plan 與 Safety Plan 符合要求，並要求評估者需為獨立於產品任何子系統、元件設計的第三方單位。

此第三方審查者（Reviewers）的主要任務是基於安全的評價（Evaluation），並針對產品供應者的設計與發展程序給予意見（Comment），審查者並須至少透過可接受的 Verification 與 Validation 方法比較供應者的程序，並執行被美國聯邦鐵路署（Federal Railroad Administration，以下簡稱 FRA）核准的試驗（Test）或比較（Comparison），最終辨識並提報未被供應者減輕的安全弱點（Vulnerabilities），並評價及提報上述 RSPP、PSP、Product Development Plan 及 Safety Plan 的充分性（Adequacy）。

CFR Part 249 要求上述審查者應執行的工作包括：

1. 分析危害登記冊或任何危害分析相關的文件，以確保其完整性（Comprehensiveness），且符合各鐵道、供應商、企業、國家、國際標準。
2. 分析失誤樹分析（Fault Tree Analyses）、失效模式及影響效應分析（Failure Mode and Effects Criticality Analysis）及其他危害相關分析，確保其正確性、完備性及與各鐵道、供應商、企業、國家、國際標準的符合性。
3. 應隨機選擇不同的安全關鍵軟體、硬體模組予以稽核（Audits），以 Verify 這些模組符合各鐵道、供應商、企業、國家、國際標準的要求。稽核的次數、被稽核的模組數量應足以提供信心，以確保其他未被稽核的項目也符合需求。
4. 針對商轉所需的產品，應對其測試計畫與程序給予評價及意見。
5. 應於安裝測試前提出最終評估報告，其內容至少應包含：
 - (1) 針對 PSP 與 Safety Plan 適當性的評價，包括產品的平均危害事件間隔時間（Mean-Time-to-Hazardous Event, MTTHE）與風險評估。

- (2) 任何審查者覺得並未被供應商或廠商妥善辨識、追蹤、減緩、導正的產品弱點，及潛在危害性失效模式、潛在危害性營運情境。
- (3) 針對審查者指出的弱點，各相關者定位的說明。
- (4) 任何審查者發現文件或資訊上被拒絕、不完整、不適當處。
- (5) 未符合所應用的鐵道、供應商、企業、國家、國際標準、程序清單。
- (6) 辨識出美國聯邦鐵路署（FRA）認為適當、與安全關鍵應用相關的軟硬體 Verification 與 Validation 程序，以及審查者對這些程序的適當性評價。
- (7) 產品生產者用來發展安全關鍵軟體的方法。
- (8) 美國聯邦鐵路署（FRA）認為適當的、產品生產者用來發展安全關鍵硬體的方法。
- (9) 產品已考量 CFR Part 249 附錄 C 第 b 段安全原則的證據，包括正常營運下的系統安全、失效下的系統安全、閉環原則（Closed Loop Principle）、安全保證原則、人因工程原則（Human Factor Engineering）、外部影響下的系統安全、修正下的系統安全。

此外，CFR Part 249 附錄 C 建議除了 CFR Part 249 的規範外，執行 Verification 與 Validation 時可參考的標準，包括 MIL-STD 882C、IEEE 1483、IEEE 1474、EN50129、EN50155、IEC 61508、IEC 62278（EN 50126）、IEC 62279（EN 50128）等。

另美國 49 CFR Part 633 律定美國聯邦大眾運輸署（FTA）應透過專案管理機制（Project Management Oversight，以下簡稱 PMO）確保捷運系統能被妥善興建，法條中要求於初步工程階段（Preliminary Engineering Phase of the Project）開始導入 PMO 機制，FTA 也可聘請人或組織擔任 PMO，惟 PMO 執行者必須符合以下兩個條件：

1. 不能擔任自身專案的 PMO。
2. 不能擔任有利益衝突專案的 PMO。

PMO 應執行多項工作，其中包括安全與保安驗證（Safety and Security Certification），2.4.1 節有更詳盡之介紹。

2.3.1.3 歐盟

歐盟於 2004 年發布的 DIRECTIVE¹ 49/2004/EC^[10]，旨在建立歐盟各國間一個通用的安全架構，藉以消除火車跨國營運時技術性問題^[23]，此指令主要的內容包括^[13]：

1. 將事件、事故為主的安全概念轉向風險為主概念；
2. 定義安全管理、規範及監督的原則；
3. 要求建立安全管理系統（Safety Management System, SMS）；
4. 訂定發展通用安全目標（Common Safety Target, CST）與通用安全方法（Common Safety Method，以下簡稱 CSM）的架構；
5. 訂定通用安全指標（Common Safety Indicators, CSI）；
6. 落實獨立事故調查；
7. 協調歐盟成員國之間的國家安全機構（National Safety Authority, NSA）；
8. 定義權責人員的職責。

2009 年發布的 COMMISSION REGULATION² 352/2009/EC^[11]進一步說明執行通用安全方法（CSM）的細節，其中重點包括：

1. 當系統有安全影響重大變更時，應重新進行安全風險管理；
2. 訂定安全風險管理程序之細節；

¹ 指令（DIRECTIVE），說明應達成的結果，有約束力，惟方法由成員國決定，詳參里斯本合約第 288 條：<http://www.lisbon-treaty.org/wcm/>。

² 規章（REGULATION），說明一般的應用，有約束力，直接應用於成員國，詳參里斯本合約第 288 條：<http://www.lisbon-treaty.org/wcm/>。

3. 要求前述安全風險管理程序應採獨立評估方式，並產出獨立安全評估報告；
4. 執行上述獨立評估的單位，必須無涉該系統設計、製造、興建、商業、營運與維修；
5. 執行上述獨立評估的單位，應具備足夠的專業。

其中，究竟甚麼樣變更的程度屬於「安全影響重大變更」，除了國家法令要求外，由營運者自行判斷，並非由國家安全機構判斷，其判斷準則如圖 2.14^[12]。



資料來源：[12]與本研究繪製

圖 2.14 安全影響重大變更判斷準則（歐盟規章 402/2013）

2013 年歐盟再度發布 COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION 402/2013/EU^[14] 取代 COMMISSION REGULATION 352/2009/EC，其變更內容包括^[12、14]：

1. 在風險管控流程中，當判斷風險可被接受或判斷無安全影響時，相關決策與判斷應文件化保存。
2. 具體說明獨立安全評估的執行者資格為：
 - (1) 遵循 ISO/IEC 17020 內對於獨立性的要求；

- (2) 應取得國家認證機構（National Accreditation Body）或承認機構（Recognition Body）之認證（Accreditation）或承認（Recognition）；
 - (3) 此認證（Accreditation）或承認（Recognition）應區分鐵道系統內不同領域；
 - (4) 國家安全機構也可執行此獨立安全評估，但也應符合 402/2013/EU 附錄 2 之要求。
3. 具體說明安全評估報告應包含的內容：
- (1) 評估單位；
 - (2) 評估計畫；
 - (3) 評估的範圍與限制；
 - (4) 評估內容，包括符合 402/2013/EU 要求的詳細資訊，不符合的部分與評估單位的建議；
 - (5) 評估結論。

2015 年針對 COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION 402/2013/EU 再發布 COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION 1136/2015/EU，修訂 CSM 的執行細節，例如量化質化風險分析可同時進行、不可接受風險的除外條款等等。

2.3.1.4 澳洲

澳洲新南威爾斯交通部（Transport for NSW，以下簡稱 TfNSW）採用 AEO 制度（Authorised Engineering Organisation）辦理工程計畫或控管工程品質，擔任 AEO 的機構須負責：

1. 對工程提供安全與保證；
2. 整合資產與服務予最終使用者；
3. 管理相關利害關係者的行動；
4. 確保工程工作的安全與完整性。

工程公司或機構、設備商可向資產標準署（Asset Standards Authority，以下簡稱 ASA）申請成為 AEO，並提供資料佐證其具備工程管理、工程資源資質管理（Competency Management of Engineering Resources）、形態管理、品質管理、系統工程之能力，在通過審查評鑑後取得 AEO 資格，ASA 也會持續稽核 AEO 以確保後者符合相關需求。為了確保 AEO 之專業性，ASA 考量不同系統所需專業、不同生命週期階段應辦工作之差異，授予工程公司或機構 AEO 資格時會註明適用範圍並標記，分類表格範例如圖 2.15。

Figure 2.15 is a complex table from the Asset Standards Authority (ASA) showing the authorization scope for AEO (Asset Engineering Organization) across different asset life cycle phases and activities. The table is organized into columns representing phases: Plan, Acquire, Operate/Maintain, and Dispose. Each phase contains specific activities, and the table lists various engineering services with their corresponding authorization status (e.g., 'P' for Plan, 'A' for Acquire, 'O' for Operate/Maintain, 'D' for Dispose). The table is divided into two main sections: 'Asset Life Cycle Phases' and 'Asset Life Cycle Activities'. The 'Plan' phase includes activities like Feasibility, Concept, Design, and Build. The 'Acquire' phase includes activities like Integrate, Test and Commission. The 'Operate/Maintain' phase includes activities like Asset Maintenance and Dispose. The 'Dispose' phase includes activities like Dispose. The table lists various engineering services and their corresponding authorization status (e.g., 'P' for Plan, 'A' for Acquire, 'O' for Operate/Maintain, 'D' for Dispose).

資料來源：Asset Standards Authority 網頁：<http://www.asa.transport.nsw.gov.au/>

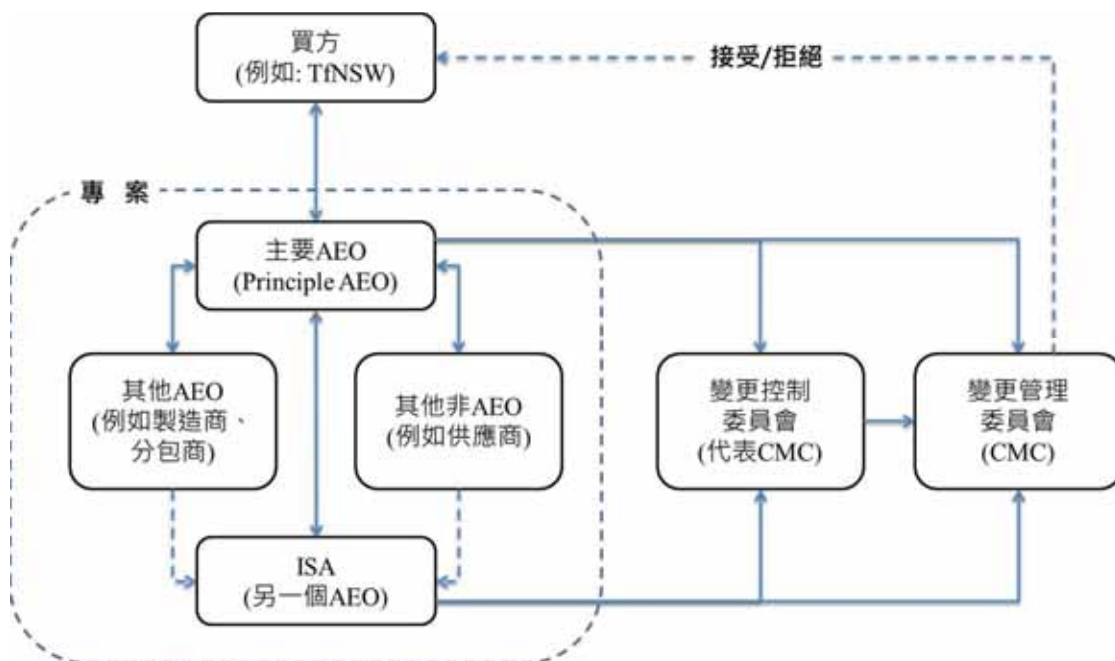
圖 2.15 澳洲 AEO 授權範圍範例

一般來說，AEO 須執行的工作包括：

1. 評估計畫的複雜度以決定工程方法；
2. 針對指定計畫發展計畫管理方法；
3. 管理設計與設計風險；
4. 管理設計審查確保設計符合需求；
5. 確保設計可被接收單位接受；
6. 依據規格、標準與需求，審查或執行設計；
7. 確保建置之產品或資產被接受；

8. 管理專案接收與移交；
9. 當專案結束後營運並維修資產。

在 AEO 之外，澳洲也有一形態管理委員會（Configuration Management Committee，以下簡稱 CMC），負責審查系統是否有重大變更及安全影響是否可接受，故 AEO 須提交系統安全計畫、營運安全論據、獨立安全評估予 CMC，其中，獨立安全評估須由符合資格的 ISA 機構執行。ASA 初步規劃將整合入既有的 AEO 機制^[25]，亦即由一家具有 AEO 資格的機構擔任主要的 AEO（Principle AEO），另一家同樣有 AEO 資格的機構擔任 ISA，其組織架構如圖 2.16。



資料來源：[26]與本研究繪製

圖 2.16 澳洲 AEO 與 ISA 架構

根據 ASA 的初步規劃，ISA 應具備的資格包括：

1. 資質管理
 - (1) 應具有適任性管理系統以確保相關的技術、專家及經驗符合被授權執行 ISA 的範圍。

- (2) 針對適任性管理系統，應參考英國工程與技術學會（Institute of Engineering and Technology, IET）體系清楚定義角色、專業技術與持續發展的 ISA 技術。
- (3) ISA 機構應根據其所欲服務的領域，應用資質管理系統來發展所需的關鍵技術，並主動管理因應新發展、人員流動所產生的落差。

2. 專業能力與發展

- (1) ISA 機構應有人員政策來維持領域專家（Subject Matter Experts）、ISA 主導評估員、及其他安全與品質人員的專業能力，證據應包含有設立委員會來訓練及專業的審查；
- (2) ISA 機構應有文件化的程序來規劃、利用資源、執行、精進 ISA 的作業；
- (3) ISA 機構應設有與其被授權執行 ISA 範疇相稱的專業團隊，具有適當的技術、直接相關的產業經驗，並有能力對相關的考量、議題及可能的風險提出提醒；
- (4) ISA 機構應有一套客觀、可重複執行的架構，根據個人過去的專業經驗來授予其成為 ISA 主導評估員。

3. 報告

- (1) ISA 機構應有能力完成、執行、提送報告給計畫團隊與安全主管機構，並利用這些報告釐清關鍵議題；
- (2) ISA 機構對系統化文件應有可追溯性程序，以利找出並紀錄允許關閉的證據；
- (3) ISA 機構應提送階段性報告、依據重要性分類議題、綜整結論以支援計畫關鍵里程碑，提前、早期地辨識出議題並維繫利害相關者間的互動。階段性報告應至少於以下階段提出 [26]：
 - 初步設計之前（Immediately Prior to Preliminary Design）

- 最終設計之前 (Immediately Prior to Critical Design)
 - 製造之前 (Immediately Prior to Fabrication/ Manufacture)
 - 評鑑與測試前 (Immediately Prior to Inspection and Test)
 - 試運轉結束 (at the Finalisation of Commissioning)
- (4) ISA 機構應對提出的觀察意見標註狀態，並及早的與相關人員溝通所提意見相關的課題。

4. 執行評估與稽核

- (1) ISA 機構應指派主導評估員研擬 ISA 執行計畫，來評估並稽核 AEO 的安全作業，包括稽核行動、審查與提送報告的方法及里程碑等；
- (2) 不應有任何商業、財務、或其他可能的關係干擾 ISA 作業的獨立性與客觀的判斷，相關確保獨立性的證據應法條化，明定獨立的重要性；
- (3) ISA 機構應根據安全管理的安排與特定的變更，來定義評估範圍；
- (4) ISA 機構應有管理程序，確保 ISA 作業可基於所提供的證據，來支持最終的建議與判斷；
- (5) ISA 機構應有程序、系統地透過有效的形態管理系統來記錄、查證、控管證據；
- (6) ISA 機構應展現基於風險的評估行動，亦即 ISA 的行動應針對高風險，且相關的計畫與行動應確保 ISA 優先針對這些高風險的領域提出意見。

5. 管理

- (1) ISA 機構應有程序，定義 ISA 團隊成員的角色與職責，包括內部報告提送的架構。
- (2) ISA 機構應有程序，處理 ISA 報告與意見相關之編輯、審查及簽屬，包括必要的品質保證方法。

- (3) ISA 機構應有程序，主動的管理團隊人員資質並確保其了解職責需求。
- (4) ISA 機構應有程序，確保其獨立性。
- (5) ISA 機構應有管理政策，反應系統化的量化風險管理方法、相關風險的評估、風險可接受原則等（例如 ALARP）。
- (6) ISA 機構應有能力，展現組織層級的業務連貫性，包括特定技能的持續性。
- (7) ISA 機構必須確保報告能直接提送給安全主管機構，不受 AEO 或其他計畫發展團隊影響。

2.3.1.5 中國大陸

中國大陸^[40]在法令上，主要針對號誌系統的安全要求應有第三方驗證，例如國家發展與改革委員會文件（2010）2866 號文，明確指出針對自動列車防護（ATP）、自動列車操作（ATO）的產品，要獲得獨立第三方符合國際規範的安全驗證；城市鐵道交通技術規範中也指出，涉及行車安全的系統裝置，應通過獨立的安全驗證機構的驗證，並執行安全檢測、運用試驗來確保安全，此外，也要求號誌系統裝置應具有獨立安全驗證機構出具的「故障-安全」證明及相關說明，在號誌系統裝置投入運用前，建設單位應提出技術性安全報告，對功能的安全性要求、量化的安全目標等進行描述。

在整體系統驗收部分，訂有「鐵路建設專案國家驗收實施辦法」^[30]，針對通過國家驗收的鐵路建設項目，由驗收組織部門制發「國家驗收證書」，建設專案管理部門應在建設專案達到國家驗收條件後，向國家發展改革委員會申請國家驗收，重點如下：

(1) 驗收範圍

批准可行性研究報告（含補充報告）確定的工程範圍。

(2) 驗收條件

- 批准可行性研究報告（含補充報告）確定的工程全部建成且品質合格；
- 初步驗收合格且初期運營一年以上（初期運營滿5年應申報國家驗收），狀態良好，發現問題整改完畢；
- 環境保護、水土保持、消防、檔案等專項驗收經相應行政主管部門驗收合格；
- 建設用地手續齊全並領取「國有土地使用證」，鐵路線路安全保護區標樁設立完畢；
- 鐵路與道路立體交叉設施及其附屬安全設施已移交完畢；
- 竣工決算已經社會仲介機構審計或經專案管理部門內審，無遺留問題；
- 檔案移交工作已經完成。

(3) 提送驗收資料

- 批准可行性研究報告（含補充報告）影本；
- 批准可行性研究報告（含補充報告）執行情況；
- 初步驗收報告；
- 初驗問題整改和遺留工程完成及驗收情況；
- 動態驗收報告及最近一次動態檢測資料；
- 安全評估結論及問題整改情況；
- 初期運營及安全情況；
- 環保、水保、消防、檔案等專項驗收完成情況；
- 鐵路與道路立體交叉設施及其附屬安全設施移交情況，安全保護區設立情況；
- 建設用地手續辦理及「國有土地使用證」領取情況，輔助工程及檔移交情況；

- 工程概算執行、竣工決算審查情況；
- 檔案移交情況；
- 其他需要說明的情況。

(4) 驗收組織

- 國家發展改革委員會同意開展國家驗收的鐵路建設專案，委託國家鐵路局組織驗收，其中特別重大項目由國家發展改革委員會組織驗收。委託組織國家驗收的，採取按專案委託的方式辦理委託手續並指導驗收工作。
- 鐵路建設項目國家驗收應組建國家驗收委員會。驗收委員會一般由國家發展改革委員會、工業和資訊化部、公安部、財政部、國土資源部、環境保護部、水利部、總後軍交部、國家檔案局、國家鐵路局、中國國際工程諮詢公司以及國家鐵路局地區鐵路監管局、建設專案管理部門等組成。驗收委員會組成可根據建設專案情況適當調整。

(5) 驗收作業

- 召開驗收委員會第一次會議。驗收委員會主任主持，宣佈鐵路建設專案國家驗收委員會組成、驗收範圍、驗收程式和驗收要求，根據專案情況和部門職責確定驗收分組；集中聽取建設專案建設及國家驗收準備情況、初期運營情況彙報。
- 現場檢查。驗收委員會赴現場進行檢查，查看建設情況，檢查環保、水保、消防、檔案等專項驗收整改情況。
- 分組查看驗收資料。驗收委員會分組審查建設專案管理部門提供的驗收資料。
- 召開驗收委員會第二次會議。驗收委員會主任主持，對建設專案進行總體評價，討論並決定是否通過「國家驗收證書」，對存在問題在驗收證書中載明並責成建設單

位或建設專案管理部門整改，驗收委員會成員在審定通過的「國家驗收證書」上簽字。

- 對影響國家驗收正常進行的問題，驗收委員會應研究提出處理意見，必要時可中止驗收。

(6) 驗收證書內容

- 前言：建設項目的地理位置、規模、修建意義；
- 建設依據：批准的可行性研究報告及補充報告；
- 工程概況：線路走向、區域，沿線主要地質情況及特點，主要技術標準，主要竣工工程數量，竣工徵用土地總量（其中使用林地數量），重點、難點工程等；
- 驗收範圍：線路端點站名稱、起止里程、全長，相關工程範圍等；
- 建設經過：參與本建設項目建設活動的建設、勘察設計、施工、監理等單位及任務劃分，建設組織管理基本情況及特點，勘察設計完成過程，工程開、竣工情況，監理情況，建設專案通過初步驗收的情況和時間，安全評估情況等；
- 開通及初期運營情況：開通時間、運營單位、初期運營情況、設備情況等；
- 建設投資簡況：批准總概算，建設資金管道，建設資金到位及控制情況，竣工決算審查情況等；
- 驗收經過：國家驗收組織機構及人員、驗收過程、驗收時間、專項驗收及綜合驗收情況；
- 驗收結論：對建設項目線路走向和總體佈局，執行國家和鐵道行業技術政策、規程、規範等情況，建設組織管理，工程設計、施工技術和組織管理情況，建設用地手續辦理及「國有土地使用證」領取情況，執行工程環境影響評價檔及批復情況，執行水土保持方案批復及涉河

建設專案工程建設方案審批情況，國家重點野生動植物棲息地的佔領情況及相應減少負面影響措施落實情況，勞動、衛生、消防安全設施驗收情況，地質災害整治措施及建築抗震設防落實情況，初期運營情況以及安全性、穩定性檢測情況，檔案驗收及移交情況，資金撥付及竣工決算情況，工程品質水準總體評價，正式運營準備情況，初步驗收、安全評估及初期運營報告進行評價，提出驗收結論；

- 有關要求：對驗收工作中發現的不影響國家驗收的問題提出整改要求。

2.3.1.6 其他

本節回顧比較其他國家、地區的做法，大抵上均遵照歐盟的概念。

1. 南韓^[40]

南韓在驗證制度上相對來說有較嚴謹明確的要求，過去韓國高速鐵路乃是由韓國高速鐵路工程局進行驗證作業，韓國高速鐵路工程局（Korea High Speed Rail Construction Authority, KHRC）於 1993 年專為管理首爾-釜山高速鐵路而成立。該專案中所有細部需求皆於公開招標前透過風險評估予以界定，並列入與亞斯通團隊（Alstom Consortium）合約內的技術規範，韓國高速鐵路工程局技術部門基於技術需求，負責全專案生命週期的可靠度、安全、品質、性能與功能之驗證。

自 2006 年開始，隨著首爾地鐵 9 號線的興建，南韓也開始導入 ISA 制度，而自 2012 年之後，韓國鐵道安全法的獨立驗證執行方式更進一步採用與歐盟互聯互通性認證（Technical Specification for Interoperability, TSI）相似的生命週期模式，並且使用與國際慣例及歐盟標準相同的專案生命週期模式來提升鐵道安全，規定自 2014 年 3 月起車輛及軌道設備（車輛、號誌系統、軌道、供電系統）皆強制要求須通過品質管理系統驗證及型式（Type）驗證，該項工作需由獨立

驗證單位執行第三方稽核，以評估並執行品質管理系統驗證及型式驗證。型式驗證是基於設計至型式測試皆滿足技術需求，該技術規範等同於歐盟互聯互通性驗證，包含了可靠度、可用度、可維修度與安全（RAMS）及軟體品質保證需求。

2. 新加坡^[40]

關於鐵道系統的安全議題，新加坡陸路交通署（Land Transport Authority，以下簡稱 LTA）於 2000 年開始實施計畫安全審核制度（Project Safety Review，以下簡稱 PSR），PSR 要求鐵道興建單位必須展現、確保系統設計與興建上之安全性，而鐵道營運單位則需要展現、確保系統安全可被接受。於 LTA 中設有一系統保證部門（Systems Assurance Department），負責執行展現過程的審查並提出安全報告，此安全報告類似 EN50126 中所述的安全證明文件（Safety Case），另外於 LTA 之中亦有一安全部門（Safety Department），負責審查系統保證部門提送的安全報告，並提供審查意見給 PSR 委員會（PSR Committee）。PSR 委員會最終參考安全部門之意見，決定是否接受安全報告，必要時，得針對不同意的部分指派技術工作團隊（Technical Working Group）支援興建單位或營運單位處理這些安全問題。

以新加坡號誌系統更新案之安全報告顧問服務為例，要求在概念階段（Concept）、設計階段（Design）、移交階段（Handover）、營運階段（Operation）提供安全報告。其工作內容包括於各階段執行稽核確保 LTA 相關規範與相關標準要求被滿足，另也能了解系統保證計畫的執行狀況，並透過抽樣檢查了解減輕措施是否已被落實...等。此專案由於是既有設備更新案，因此工作內容還包括辨識關鍵項目的新舊並存狀況、新舊系統介面、新系統管理與維修等，最後則是對汰換後營運單位的準備狀況提出評估。

3. 香港^[40]

香港在獨立驗證上並無法令上的強制要求，而是由香港港鐵公司負責新建鐵道系統之安全，並設有公司安全委員會（Enterprise Safety

Committee) 下轄項目安全委員會 (Project Safety Committee) 與系統安全工作委員會 (System Safety Committee) 並透過危害控制員 (Hazard Controller) 與獨立安全評估 (ISA) 制度來管控安全。以港鐵電聯車合約規範為例，業主與 ISA 工作項目如下：

- (1) 業主會指派一 ISA 單位代表業主於設計、製造、安裝、測試、試運轉等階段進行安全分析並驗證安全相關規範已被滿足。
- (2) 合約期間，ISA 單位負責稽核承包商的系統保證工作，在稽核期間，承商應提供一切必要之協助讓業主驗證系統保證計畫已被落實。
- (3) 透過抽樣檢查來驗證營運危害、計畫風險、設計安全的減輕措施是否已落實，抽樣範圍取決於經驗，必要時將進行全面性的檢查，承商亦須配合。
- (4) 承商必須同意導正與預防行動的要求，並應在所要求的期限內完成，承商應於稽核期間或於提送的報告中提出證據，證明相關導正與預防行動已於期限內被落實。

2.3.1.7 小結

本節回顧我國、美國、歐盟、澳洲與其他亞洲國家在鐵道系統獨立驗證相關的法規與機制，從中發現幾點我國後續思考鐵道系統驗證制度時應注意之方向：

1. 鐵道「全系統」的「IV&V」要求實屬我國首創，其他國家均僅要求「安全課題」須由獨立單位驗證，最常見的是導入 ISA 制度。
2. 美國聯邦法條中提到的 IV&V 是國際上唯一可以找到與我國 IV&V 同名且應用於鐵道運輸系統的案例，但也僅要求對軟體控制為主的關鍵號誌控制功能進行 IV&V（也是屬於安全課題）。
3. 相較美國對 IV&V 的要求，我國業界目前的作法較類似於 Independent 「Review」 of V&V，意即對 V&V 作業成果進行審

查，而不是再一次的執行 V&V（例如透過替代計算或測試、模擬等來再一次的查證、確證）。

4. 由於鐵道系統的同質性高，國際上並不會對同樣的系統應用到不同的專案都要求再一次的安全驗證，而是須先判斷是否有形態差異、是否導致重大的安全議題，接著才評估獨立安全驗證的必要，包括歐盟、澳洲、南韓等國家都有形態管理的機制來評估是否屬重大變更。

2.3.2 標準

本節依序扼要回顧 IEC 61508、EN 50126、EN 50128、EN 50129 等標準，以及與 IV&V、V&V 相關之標準。

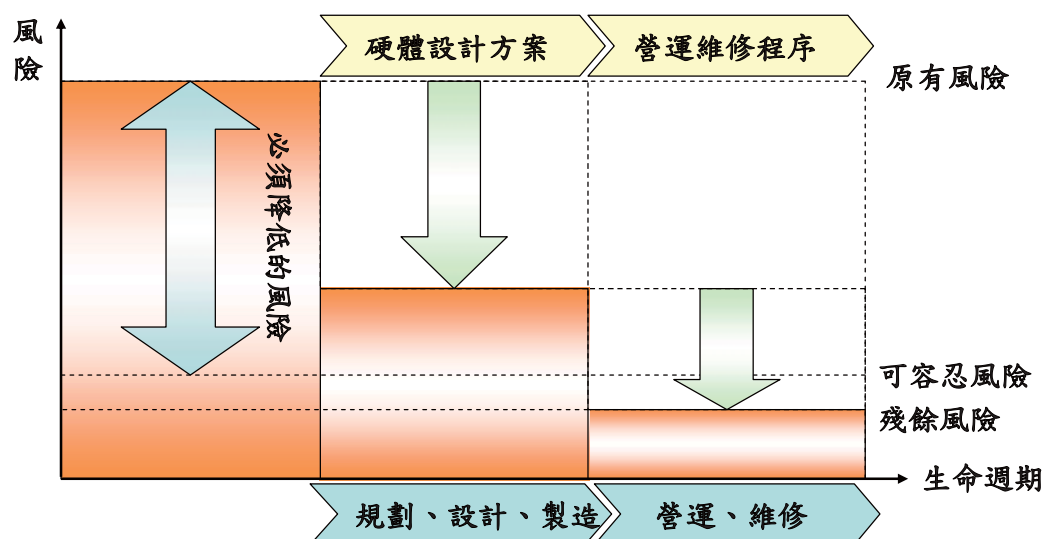
2.3.2.1 IEC 61508^[16]

IEC61508（Standard for Functional Safety of Electrical / Electronic / Programmable Electronic Safety-Related Systems）是安全相關系統理論與技術的整合，用以規範電氣/電子/可程式化電子組件的整體安全生命週期，建立一個基礎的評估方法。此為一通用的規範，適用於鐵道運輸、航太工業、核能電廠及一般製造業。

IEC61508 將「風險」視為衡量危險的指標，這邊的風險指的是發生的概率（Likelihood）和危害嚴重性（Consequence）的組合，同時也定義了以下 4 種風險：

1. 被控裝置的風險：指被控制裝置及裝置間互相作用產生的風險；
2. 可容忍的風險：在現行標準基礎下可以被接受的風險；
3. 殘餘的風險：採取防護措施後仍殘留的風險；
4. 必須降低的風險：對安全相關系統進行需求分析及危險分析後，可得到系統的「可容忍的風險」與「被控裝置的風險(原有風險)」，兩者之差即是必須降低的風險，管理者必須採取手段降低風險，使改善後「殘餘的風險」低於「可容忍的風險」。

大抵而言，在系統建置階段會儘可能利用硬體的設計方案來降低風險，但若硬體設備的改善成本過高或技術無法達到時，則會進一步利用營運維修的程序來克服，直到系統殘餘的風險低於可接受風險為止，概念如圖 2.17 所示。



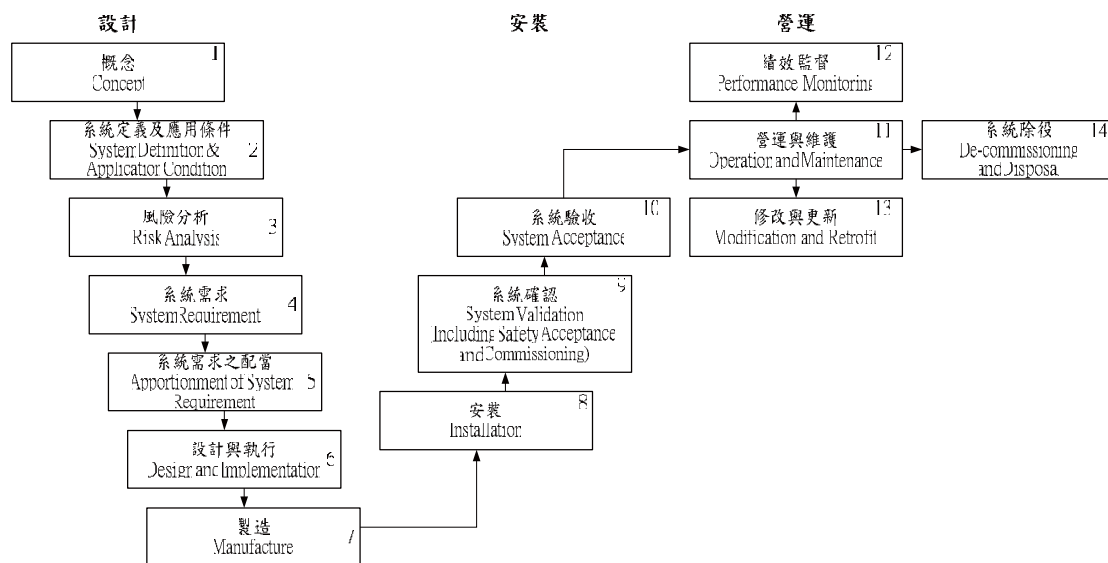
資料來源：[33]

圖 2.17 降低系統風險的手段

2.3.2.2 EN 50126^[7]

EN50126 (Railway Applications - The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability, and Safety, RAMS)，共有三份應用指導規範，其中 EN50126 Part1 主要是用來控制整體鐵道系統的可靠度、可用度、可維修度及安全性 (RAMS)；EN50126 Part2 是安全相關的應用規範；EN50126 Part3 則是在車輛 RAMS 分析的應用規範。

該規範提出了生命週期的觀念，訂出各階段生命週期的作業內容及程序，同時採用故障自趨安全 (Fail-Safe) 之設計，經由一系列的作業，以確保鐵道運輸系統滿足其 RAMS 目標，來達到預定的服務品質。圖 2.18 之 V 型生命週期共可分為三階段來檢視，分別為：左側由上往下 (Top-Down) 部份可視為發展與修正階段，右側由下往上 (Bottom-Up) 部分則為組合安裝與接受階段，最後則是整體的營運階段。



資料來源：[7]

圖 2.18 EN50126 之 V 型系統生命週期

在安全管理方面，EN50126 提出構成安全風險矩陣的兩項要素，其一是危害的可能性或其發生的機率，其二是危害所造成後果的嚴重程度，由前兩項要素組成的安全風險矩陣，則可提供安全管理過程中風險評量的重要基礎，亦即找出風險等級的關係。

EN50126 將危害發生的機率分為 6 個等級，至於危害所導致的嚴重程度係依危害對人（或環境）及系統之服務所造成的衝擊來分類，共區分為 4 個程度；此外，危害機率及嚴重程度交叉所得的風險等級亦是可以分類的項目，但是不同系統對風險忍受度不盡相同，因此 EN50126 提出了一個範例供參考。

2.3.2.3 EN 50128^[8]

EN50128 (Railway Applications-Software for Railway Control and Protection Systems) 用於規範鐵道運輸系統控制與保護相關軟體的開發過程，並對軟體開發的各個階段，提供作業程序與準則。此標準的適用範圍很廣，從與安全高度相關的系統，例如安全號誌系統，以至於與安全低度相關的系統，例如管理資訊系統，均可適用。EN 50128 亦規劃了軟體發展的 V 模型如圖 2.19。

2.3.2.5 ISO/IEC 17020^[19]

ISO/IEC 17020 對檢驗^註機構的獨立性做出分類，其重點摘述如下，詳表 2-10：

1. A 類：完全是獨立單位，不隸屬於被檢驗單位，完全不從事與被檢驗項目有市場競爭關係的設計、製造、維修，且該單位的財務、管理架構都有一定的要求以確保獨立性。
2. B 類：同一公司，但為一個獨立專門做檢驗的部門（不直接涉入設計、製造、維修），只能檢驗自己公司。
3. C 類：同樣在同一公司下，可能只是不同的專案團隊彼此評估（Type C 也直接從事設計、製造、維修），Type C 除了自己公司，也可提供檢驗服務給其他公司。

2.3.2.6 IEEE 1012^[17]

IEEE 1012「軟體查證和確證標準」，是美國最常使用於軟體查證和確證的標準，其 2012 年版已被廣泛作為鐵道系統軟體查證與確證的依據。此標準描述在軟體開發各個階段的各種分析及測試的邏輯和結構化的方法，和 EN50128 在不同階段的行動、技術和文件有很多相似之處，最大的差異為 EN 50128 用於更廣泛的用途，例如軟體的發展等，查證和確證只是其中一環。

^註檢驗（Inspection）：對符合規定的要求事項之決定，結果可以是符合、不符合或符合的程度。

表 2-10 ISO/IEC 17020 對檢驗機構獨立性之要求表

A 類	B 類	C 類
● 檢驗機構應獨立於參與之團體。 ● 檢驗機構與其人員，不應從事可能與其檢驗活動之判斷獨立性及公正性相互衝突之活動，特別是不應從事檢驗項目之設計、製造、供應、安裝、採購、擁有、使用或維護工作。 ● 檢驗機構不應是從事檢驗項目之設計、製造、供應、安裝、採購、擁有、使用或維護之法律實體的一部分。 ● 檢驗機構不應透過下列方式，與從事設計、製造、供應、安裝、採購、擁有、使用及維護檢驗項目之區隔法律實體產生關聯性： ■ 共同擁有權，擁有者未能影響檢驗結果時除外。 ■ 在組織董事會或類似單位共同擁有權指派者；這些人擔任之職務不影響檢驗結果時除外。 ■ 直接向相同上級管理階層報告：此舉不能影響任何檢驗結果時則除外。 ■ 合約協議或可影響檢驗結果之其他方式。	● 應僅對檢驗機構所屬之組織提供檢驗服務。 ● 在母體組織內，藉由檢驗機構組織識別及呈報方式，應建立檢驗人員與其他功能所聘僱人員之明確責任界定。 ● 檢驗機構與其人員，不應從事可能與其檢驗活動之判斷獨立性與公正性相互衝突之活動，特別是不應參與所檢驗項目之設計、製造、供應、安裝、使用或維護工作。	● 檢驗機構應於組織內部提供防護措施，確保檢驗活動與其他活動之間，確有適當區隔其責任與當責。 ● C 類檢驗機構不應由同一人來進行同一項目之設計/製造/供應/安裝/維修/維護與檢驗工作。此項要求的例外為法規要求明確同意的在不影響檢驗結果下，C 類檢驗組織之人員允許同時從事同一項目之設計/製造/供應/安裝/維修/維護與檢驗工作。

資料來源：[19]

2.3.2.7 AS/NZS 15288^[1]

AS/NZS 15288 提供系統全生命週期作業之參考，其中對 Verification 的程序、行動、目的摘錄如下：

1. Verification 的目的在於確保系統滿足特定的設計需求；
2. 為確保 Verification 成功，需要定義其策略與限制，回報導正行動之資訊，以及佐證產品滿足系統需求與設計架構的客觀證據；
3. Verification 的程序如下：
 - (1) 定義可於全生命週期 Verify 系統的策略；
 - (2) 依據系統需求訂定 Verification 計畫；
 - (3) 辨識及溝通設計上潛在的限制；
 - (4) 確保 Verification 系統對相關設備、設施及操作者的 Verification 是可行的；
 - (5) 透過 Verification 展現系統符合特定設計規格；
 - (6) 在符合法令、規範、產品部門的需求下獲取系統的 Verification 資料；
 - (7) 分析、紀錄、回報 Verification、不符合項、導正措施的資訊。

對 Validation 的程序、行動、目的摘錄如下：

1. Validation 的目的在於透過客觀證據的提供，證明系統提供的服務符合利害相關者的需求，並透過一定程度的評估以確認利害相關者的需求被正確定義，其中的誤差需要被辨識、紀錄並執行導正措施，最終被利害相關者核准。
2. Validation 的產出包括：
 - (1) Validation 的策略；
 - (2) 確認利害相關者需要的服務的可行性；

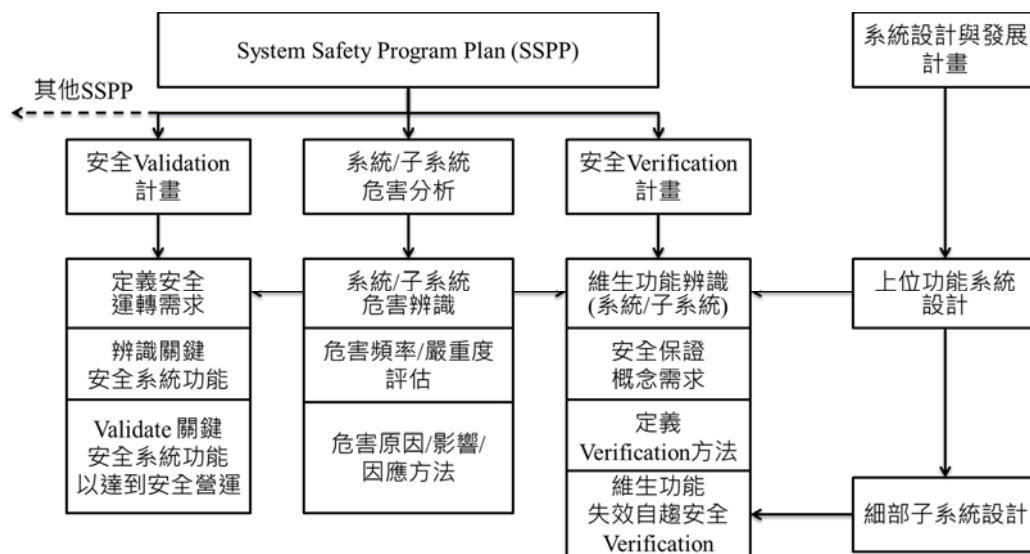
- (3) 提供 Validation 資料；
- (4) 資料足以提供導正行動所需資訊並回報。

3. Validation 的程序如下：

- (1) 定義在營運環境下 validate 服務的策略並確保利害相關者滿意；
- (2) 準備 Validation 計畫；
- (3) 確保 Validation 相關的操作者、系統、設備已準備好；
- (4) 執行 Validation 展現服務符合利害相關者的需求；
- (5) 依據法令、規範或產品部門的需求取得允許的 Validation 資料；
- (6) 在適當的許可或依據組織的目標下，執行 Validation 以隔絕不符合部分；
- (7) 根據 Verification 策略分析、紀錄、回報資料。

2.3.2.8 IEEE 1483^[18]

IEEE 1483 提供鐵道維生控制系統的 Verification 準則，整體安全 Verification、安全分析、設計、安全 Validation 之關係如圖 2.20。



資料來源：[18]

圖 2.20 安全 Verification 與安全分析、設計、安全 Validation 關係

IEEE 1483 對安全查證與安全確證的定義如下：

1. Safety Verification：一系列有架構、被管理的行動，用來辨識系統須達到的維生功能（Vital Function），並展現系統（包括其子系統、介面與元件）執行維生功能的失效自趨防護達到系統被配當的安全目標。Verification 回答了這問題：「Did we build the system right?」。
2. Safety Validation：一系列有架構、被管理的行動，用來展現系統達到預期的功能，且這些功能達到了整體的營運安全。Validation 回答了這問題：「Did we build the right system?」。

IEEE 1483 將安全的 Verification 區分為 3 個層級，分別是概念（Concept-level）、功能（Function-level）、執行（Implementation-level），各層級主要 Verification 目標說明如下：

1. 概念層級 Verification

- (1) 釐清採用的安全保證概念，相關文件應詳述如何將這些概念實作在軟體及硬體的操作上以確保安全，這些安全保證概念應至少說明如何避免系統運算錯誤，至少包括不正確的輸入、輸入時間點錯誤、不正確的輸出、輸出時間點錯誤、輸出時未收到必要的輸入、暫存與非暫存記憶體資料改變、鐘速改變、資料錯誤、不當的運算流程、不當或不正確的指令、延遲失誤、共因失誤、傳輸失誤、其他特定方法可能的失效；
- (2) 針對前述安全保證概念，釐清依存的假設與依變因子（Dependent Factor）；
- (3) 應釐清所有影響軟硬體失效自趨安全與維生功能的設計與開發需求；
- (4) 應釐清 Verification 方法，包括展現、測試、比較分析等，Verification 對象包括依變因子、安全相關的設計與開發需求、與失效自趨安全與維生功能相關軟硬體是否滿足或高於安全目標。

2. 功能層級 Verification

- (1) 釐清導致初步危害分析所述危害發生的失誤樹，辨識系統層級的功能失誤；
- (2) 延續前述系統層級的功能失誤到子系統層級的功能失誤；
- (3) 延續前述子系統層級的功能失誤到子系統層級的介面。

3. 執行層級 Verification

- (1) 透過子系統層級（含相關介面）的失誤樹分析，釐清所有與失效自趨安全及維生功能相關的元件失效；
- (2) 說明概念層級所述 Verification 方法的結果；
- (3) 綜整說明前述結果達到或超出安全目標。

IEEE 1483 建議應提供的文件包括：

1. 安全 Verification 計畫；
2. 安全保證概念說明；
3. 安全概念相關的依變因子（Dependent Factors）與關鍵假設；
4. 安全概念相關的軟硬體設計與開發需求；
5. Verification 方法；
6. 功能失誤樹；
7. 子系統失誤樹分析；
8. 失效自趨安全軟硬體元件的 Verification；
9. 安全 Verification 最終報告。

2.3.2.9 MIL-STD-3022

此標準提供一般 V&V 計畫與報告、Accreditation^註計畫與報告的撰寫格式，以 V&V 計畫與報告為例摘錄如下：

1. V&V 計畫

- (1) V&V 計畫整體概要；
- (2) 問題描述，包括使用目的、建模與模擬（Modeling and Simulation，以下簡稱 M&S）概述、M&S 應用、Accreditation^註範圍、V&V 範圍；
- (3) M&S 需求與接受準則；
- (4) M&S 假設、能力、限制、風險與影響；
- (5) V&V 方法，包括
 - 取得 V&V 所需的資料的任務與行動；
 - 執行 Validation 模式的任務與行動；
 - 設計所需 Verification 的任務與行動；
 - 執行 Verification 的任務與行動；
 - 產出需要 Validation 的任務與行動；
 - 提交 V&V 報告的任務與行動；
- (6) V&V 課題；
- (7) 關鍵參與者，包括 Accreditation^註參與者、V&V 參與者、其他參與者。

2. V&V 報告

- (1) V&V 報告整體概要；

^註此標準所述的 Accreditation 定義為「證明模組、模擬或兩者結合相關的資料可用於特定目的證書（Certification）」，故較類似於一般常說的證書，與驗證機構發出證書前須取得的認證（Accreditation）不同。

- (2) 問題描述，包括預期目的、M&S 概述、M&S 應用、Accreditation^註範圍、V&V 範圍；
- (3) M&S 需求與接受準則；
- (4) M&S 假設、能力、限制、風險與影響；
- (5) V&V 任務分析，包括：
 - 取得 V&V 所需的資料的任務分析；
 - 執行 Validation 模式的任務分析；
 - 設計所需 Verification 的任務分析；
 - 執行 Verification 的任務分析；
 - 產出需要 Validation 的任務分析；
 - 提交 V&V 報告的任務分析；
- (6) V&V 建議；
- (7) 關鍵參與者，包括 Accreditation^註參與者、V&V 參與者、其他參與者；
- (8) V&V 資源實際情形，包括所需資源、時程與里程碑；
- (9) V&V 教育學習。

2.3.2.10 小結

根據本節對標準的回顧，有幾點結論：

1. EN 50126、EN 50128、EN 50129 是 RAMS 的執行準則，其中，針對有 SIL 需求之功能，前述標準要求應有獨立第三方來進行評估，且查證者與確證者應與設計者間有一定的獨立性要求，與整體系統驗證無關。

^註此標準所述的 Accreditation 定義為「證明模組、模擬或兩者結合相關的資料可用於特定目的證書 (Certification)」，故較類似於一般常說的證書，與驗證機構發出證書前須取得的認證 (Accreditation) 不同。

2. 過去國內業界辦理 IV&V 作業時，考量該專業機構應具有獨立性，且需具備一定之專業驗證能力，多以取得 ISO/IEC 17020 的認證作為可執行 IV&V 的資格要件之一。
3. EN 50126、EN 50128、EN 50129 中廣為業界知悉的生命週期 V 模型與查證、確證要求，相關執行細節可參考 IEEE 與美國軍規規範。
4. ISO/IEC 17020 系列是國際上符合性評鑑 ISO/IEC 17000 系列的標準之一，規範檢驗機構的獨立性與人員資質管理要求。
5. 僅軟體相關標準有 IV&V 之用詞與需求。

2.3.3 小結

從國外專案、機制、法規回頭看我國大眾捷運系統履勘作業要點的立法初衷，不難發現其中包含幾個期望在 IV&V 報告中看到的證據，包括：

1. 確保營運安全無虞，相關條文要求包括：
 - (1) 營運必須之人員均已進駐，並完成各項營運規章及計畫之專業訓練及相關模擬演練；
 - (2) 各項必要之土建、機電及營運相關規章、列車運行計畫已訂定完成；
 - (3) 緊急逃生設施、安全防護措施及有關安全標示均已具備。
2. 確認可符合 RAM 預期目標，相關條文要求包括：
 - (1) 完成系統穩定性測試報告；
 - (2) 試運轉期間系統可用度；
 - (3) 平均列車妥善率。
3. 確保功能符合要求，相關條文要求包括：
 - (1) 各項土木建築、軌道及機電工程完竣；
 - (2) 票務系統測試正常。

上述要求與國外鐵道系統安全法規、驗證作業之目的相同，惟 V&V 作業與系統保證作業是由製造商、承包廠商執行，國內過去 IV&V 專業機構係評估製造商、承包廠商所執行之 ISA、V&V、系統保證及其他關聯作業成果，藉以確認功能、品質及安全符合相關要求及規範。

2.4 執行手冊範例

本節持續回顧國外一些與鐵道系統獨立驗證相關的手冊，供後續研擬作業指引時參考。

2.4.1 美國 SSC 手冊執行步驟與方法

美國聯邦運輸署 (Federal Transit Administration, 以下簡稱 FTA) 於 2002 年整合各州確保大眾運輸系統安全與保安的機制與做法，發行針對鐵道系統的安全與保安授證手冊 (Handbook for Transit Safety and Security Certification)，此手冊將安全與保安證書 (Safety and Security Certification，以下簡稱 SSC) 定義為：「一系列用來整體性驗證一個專案供大眾使用之安全與保安準備度的程序」，此手冊同時考量安全危害 (Hazard) 與保安弱點 (Vulnerability)，並規劃兩類證書：

1. Certificates of Compliance (COC)：符合性證書，針對安全關鍵與保安關鍵的項目，證明已符合預設的安全與保安需求。
2. Project Safety and Security Certificate：專案安全與保安證書，與最終驗證報告一起，驗證計畫已做好商轉安全與保安的準備。

本手冊建議可由專業的委員會來支援安全與保安授證，包括：

1. Safety and Security Review Committee (SRC)：安全與保安審查委員會，由資深的安全或保安管理者、設計者擔任，負責整體的檢視安全與保安授證行為，並直接對機關負責。

2. Fire-Life Safety Committee (FLSC)：防火安全委員會，由地方或州的火災安全管轄者、地方緊急應變部門組成，負責檢視是否符合各項法規、標準之規定。
3. System Change and Operations Review Committee (SCORC)：系統變更與營運審查委員會，負責規劃與協調營運訓練、模擬演練狀況，發展試運轉計畫與程序，在正式商轉前，檢視各項程序、手冊及文件已滿足安全與保安需求。

表 2-11 美國 FTA 建議安全與保安授證於生命週期各階段之行動

生命週期階段 行動	規 劃	初 步 設 計	最 終 設 計	興 建	整 合 測 試	試 運 轉	營 運
發展安全與保安政策	V	>>	>>	>>	>>	>>	>>
指派 SSC 權責	V	>>	>>	>>	>>	>>	>>
建立安全與保安委員會	V	>>	>>	>>	>>	>>	>>
針對後續採購過程辨識既有的安全與保安需求	V	>>	>>	>>	>>	>>	>>
發展 SSC 計畫		V	>>	>>	>>	>>	>>
辨識需安全與保安授證的部分與項目		V	>>	>>	>>	>>	>>
啟動計畫文件系統		V	>>	>>	>>	>>	>>
執行初步危害與弱點分析		V	>>	>>	>>	>>	>>
準備安全與保安設計準則		V	>>	>>	>>	>>	>>
整合營運與維修需求至設計中		V	>>	>>	>>	>>	>>
發展設計準則符合性查核表		V	>>	>>	>>	>>	>>
執行安全與保安設計審查			V	>>	>>	>>	>>
執行額外的危害與弱點分析(若適用)			V	>>	>>	>>	>>
執行危害與弱點的決議與追蹤			V	>>	>>	>>	>>

生命週期階段 行動	規 劃	初 步 設 計	最 終 設 計	興 建	整 合 測 試	試 運 轉	營 運
查證設計準則符合性查核表			V	>>	>>	>>	>>
辨識測試執行計畫、整合測試與營運準備所需的安全與保安需求			V	>>	>>	>>	>>
發展規格符合性檢核表（興建）			V	>>	>>	>>	>>
完成規格符合性檢核表				V	>>	>>	>>
發出許可證證書（若適用）				V	>>	>>	>>
完成整合測試					V	>>	>>
工程變更命令與否決的安全與保安審查						V	>>
完成營運維修計畫、程序、訓練						V	>>
完成營運準備審查（包括故障排除）						V	>>
發出最終安全與保安證書						V	>>
發出最終安全與保安驗證報告						V	>>

V：表示於該階段開始執行此行動 >>：表示持續執行、追蹤此行動

資料來源：[15]

FTA 建議 SSC 過程中應定期由獨立於專案的團隊執行稽核，確保：

1. 各安全目標的狀態；
2. 計畫里程碑與安全行動里程碑的符合性；
3. 排定不符合項目導正行動的期程；
4. 追蹤針對不符合項目的導正行動；
5. 專案團隊配合 SSC 的行動；
6. 形態管理。

關於 SSC 的範圍，包括：

1. 全系統組成：客車、架空接觸線、牽引動力、列車控制系統、通訊系統、錄影監視系統（即閉路監視、CCTV）、平交道與道路交通控制系統、侵入偵測系統、變電站、中央控制室、軌道、收費設施、監控、防火與消防系統、輔助車輛與設備等。
2. 固定設備：車站與候車站（Shelter Stops）、行人便橋、調車場、商店、結構、控制中心，以及安裝在車站與後車站的空調通風系統（Heating, Ventilation and Air conditioning, HVAC）、電梯、電扶梯等。
3. 計畫、程序、訓練：緊急應變計畫、保安計畫與程序、訓練行動、程序書、標準營運程序等。

FTA 建議 SSC 執行計畫應包括以下作業之驗證：

1. 發展須執行 SSC 的清單；
2. 發展安全與保安準則以釐清考量適用於專案；
3. 發展並完成設計檢核表以查證合約規格滿足安全與保安準則；
4. 發展並完成興建檢核表以查證設備與系統乃根據設計來製造、興建、安裝；
5. 辨識為了安全與保安而需要監控的整合測試；
6. 提供訓練課程給予安全、保安、緊急應變相關的營運維修人員；
7. 發展或提供營運訓練手冊予營運維修人員；
8. 依據規範與程序訓練營運維修人員；
9. 大眾安全人員（例如消防人員與警察）被訓練可安全地在運輸環境中管理各自的行動；
10. 對可能發生的緊急狀況進行模擬演練；
11. 危害與弱點的處理與追蹤；
12. 確保專案商轉後安全與保安無虞，方授予 Certification of Safety and Security；

13. 準備 Safety Certification Verification Report 並交與管理與監理人員；
14. 專案成功的符合安全與保安需求。

取得授證步驟如下：

1. 辨識需要被驗證（Certifiable）的部分

本手冊原則上建議應採分層（Breakdown）的方式針對大系統中的子系統逐一驗證，尤其是複雜的系統或是需整合到原系統的子系統等，至於哪些項目該被驗證仍需視專案特性而異，但建議表 2-12 清單內項目應被驗證。

表 2-12 美國安全與保安授證手冊建議之驗證清單

系統			
車輛	● 車體	號誌	● 連鎖電路與設備
	● 連結器		● 主線控制與指示
	● 車門、車門控制		● 平交道告警設備
	● 貨車與懸吊系統		● 機廠、主線交界
	● 動力系統		● 軌道號誌
	● 煞車系統		● 輕軌號誌
	● 操作室與控制器		● 號誌指示
	● 通訊設備		● 列車防護
	● 移動式升降設備		
	● 照明		
	● 空調、通風		
	● 防火、阻燃、發煙		

通訊	● 無線電系統 ● 行控中心 ● 遠端監控與控制 ● 與消防單位的通訊 ● 保安通訊 ● 保安系統 ● 防火系統 ● 大眾廣播系統	電力	● 護殼（enclosures） ● 高壓開關 ● 交流直流轉換 ● 直流開關 ● 電池與相關配件 ● 架空接觸線 ● 雜散電流防護
土建安裝			
軌道與結構	● 路權 ● 軌道工程 ● 天線 ● 平交道 ● 地下段 ● 柵欄與告警	機廠與調車場	● 電力安全防護 ● 車輛移動規定 ● 軌道與機具 ● 建物 ● 防火系統 ● 升降設備、電梯
車站與 駐車區	● 月台 ● 無障礙設施 ● 電梯、電扶梯 ● 照明 ● 電力系統接地	標誌	-
採購的項目			
道路交通號誌控制器			
無障礙升降設備			
牽引動力變電站			
售票系統			

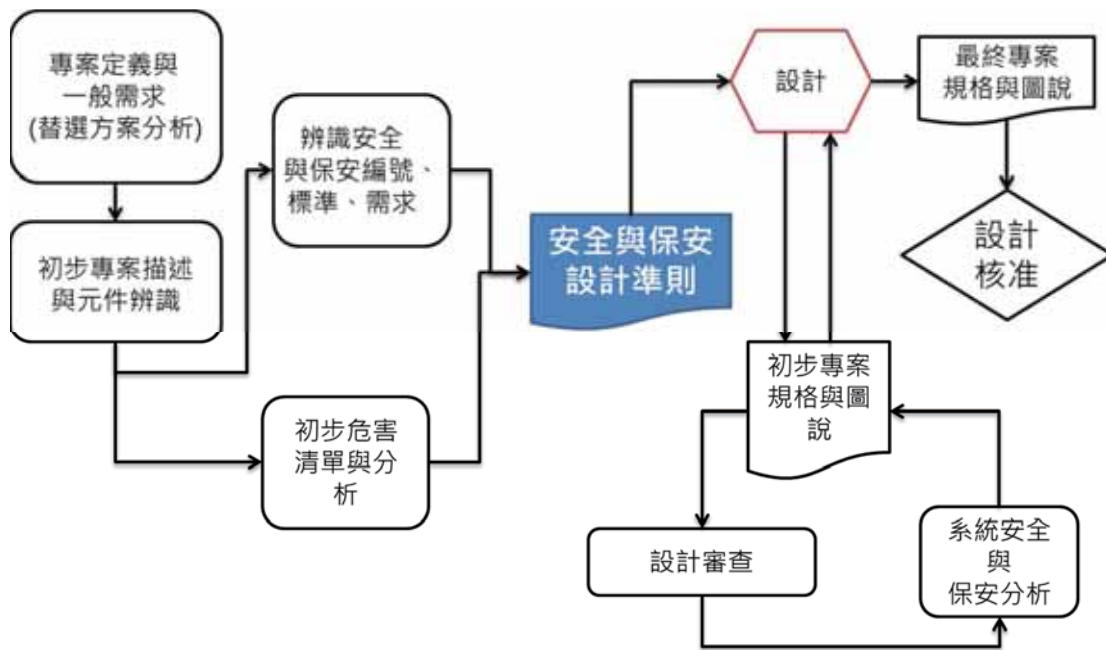
計畫、程序與訓練	
測試計畫	● 允收測試 ● 整合測試 ● 試運轉測試
營運與維修 行動	● 標準營運程序 ● 緊急營運程序 ● 手冊與規章書 ● 訓練與核可證（若適用） ● 現地應答訓練（Local Responder Training） ● 緊急準備

資料來源：[15]

2. 發展安全與保安設計準則

圖 2.21 說明安全與保安準則制定原則及應用於設計之流程，一般來說，準則的訂定依據包括：

- (1) 先前契約的技術規格；
- (2) 現行規範的設計與績效準則；
- (3) 從營運經驗獲得的知識；
- (4) 危害與弱點分析的結果；
- (5) 運輸產業安全與保安實務與報告；
- (6) 聯邦、地方政府、標準局等訂定之適用的安全與保安法規、標準與規範。



資料來源：[15]

圖 2.21 安全與保安設計準則應用於設計之流程

3. 發展並完成設計準則符合性檢核表

檢核表內容可透過以下方式訂定，並於檢核表內紀錄準則內容與驗證方法，針對各項目可分為符合、不符合、部分符合來持續追蹤：

- (1) 列出主要安全與保安行動的里程碑，包括危害辨識與分析、弱點評估、需求測試、監督與程序、尚未克服之特定議題；
- (2) 辨識適用於 SSC 行動的子系統、元件、軟體及系統整合層級的行動並指定為有關部門、合約成員的職責；
- (3) 針對安全與保安的專案決策提交報告、分析文件及建議；
- (4) 辨識或提報與原本設計、程序或實作有偏差的評估成果；
- (5) 規劃並排序下一階段應執行的安全相關行動；
- (6) 與要求標準相符的狀態。

4. 執行興建規格符合性檢查

為確保設計規格、安全與保安需求被落實到製造，FTA 建議可參考表 2-13 建立檢核表。

表 2-13 規格符合性檢查表（範例）

合約項目 #C-60							
需驗證項目		子系統：車站/平交道					
No.	安全需求	標準/來源	符合性：規格/設計圖	Y	N	N/A	驗證方法/ 備註
註：NFPA = National Fire Protection Association，UFC = Uniform Fire Code							
1	興建材質 (Type I 或 II)	NFPA 130/2-2, UFC-Chap. 6, 設計準則手冊 第 8 章	規格 03462, 05130, 05300, 07410	X			視察驗證
2	電力系統 設計與裝 置規則	NFPA 70, NFPA 130/2-4.1, 設計準則手冊 第 28 章	規格 16001, 16030, 16111, 16120 文件 EC1-0003-0005, 第 659-661 頁	X			視察驗證
...	...	...	...				

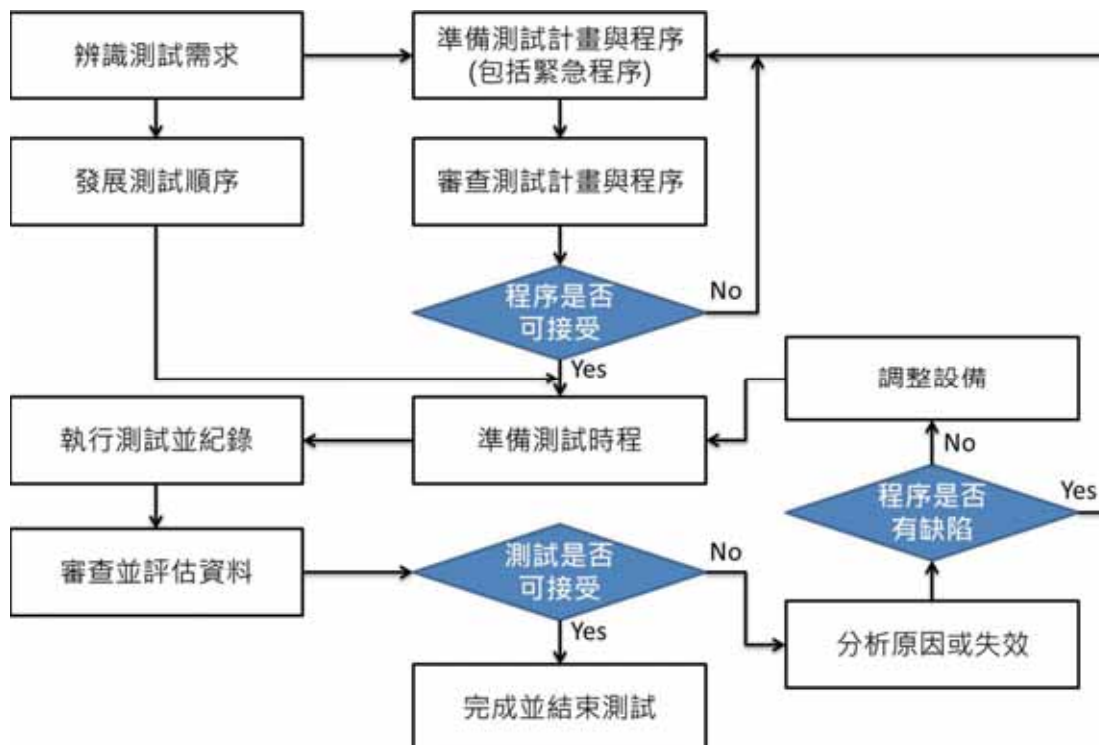
資料來源：[15]

5. 辨識額外的安全與保安測試需求

一般來說合約均有載明應進行測試與整合測試的項目，這些測試都必須被驗證，這些驗證可能在前述的規格符合性檢查或整合測試行動中被確認，但在專案執行過程中仍可能產生許多為確保安全與保安的測試項目，此時需要透過表單、計畫妥善管理、紀錄這些測試。

6. 執行測試與確證（Validation）以支援 SSC 行動

鐵道專案生命週期過程中可能會經過設計品質測試（Design Qualification Tests）、產品查證測試（Production Verification Tests）、興建監造測試（Construction Inspection Tests）及安裝查證測試（Installation Verification Tests），相關安全與保安的測試結果應予以文件化並記載在設計準則符合性檢核表。



資料來源：[15]

圖 2.22 測試程序

7. 管理整合測試以支援 SSC 行動

為了在營運前確保系統滿足安全與保安需求，會透過整合測試來驗證其功能，並考量測試失敗時潛在的危害，預先研擬應變措施。一般來說測試表單會註明以下資訊：

- (1) 測試名稱（測試程序編號）；
- (2) 相關合約；
- (3) 測試目標（安全與保安功能）；
- (4) 測試描述；
- (5) 測試準備工作；
- (6) 所需資源（人員、設備、設施）；
- (7) 測試所需時間。

8. 管理 SSC 行動中的未結案項目（Open Items）

所有未結案、暫時允許的項目都應被管理追蹤並述明關閉緣由，常用的管理表單內容包括：

- (1) 編號；
- (2) 系統元件；
- (3) 子系統；
- (4) 參考資訊；
- (5) 日期；
- (6) 狀況描述；
- (7) 所需控制；
- (8) 目前狀態（結案、未結案）；
- (9) 權責（姓名、部門）；
- (10) 核准簽章。

安全關鍵項目清單（Safety Critical Item List，以下簡稱 SCIL）可用來輔助做為應被追蹤的項目，風險等級高的危害可被歸類為 SCIL。此外，因異常而無法達到系統設計預期功能，因而衍伸安全與保安問題的狀態也應被視為 SCIL 列管。

9. 查證（Verify）營運準備

一般來說營運準備的查證包括：

- (1) 應用的營運、維修、緊急規則與程序、緊急計畫等已被發展、審查並執行；
- (2) 說明營運與維修的手冊已經被發展、審查、核准並被計畫團隊同意；
- (3) 營運與維修人員的安全與保安訓練已被發展、執行、並成功地被完成；
- (4) 相關人員的緊急訓練已被發展、執行、並成功的完成，包括大眾安全人員（警消）；
- (5) 與外部單位協同的緊急訓練，包括：
 - 熟悉並訓練緊急程序中的聯繫人員；

- 評估聯繫的程序；
- 在緊急狀況實際發生前辨識問題並改善聯繫程序；
- 針對可能的緊急狀況做適當程度的準備。

在營運前階段，一般、異常、緊急狀況的相關程序與規章都應被演練、修正，計畫團隊在這個階段應執行最終的巡檢。

10. 執行專案準備的最後確認並發出安全與保安證書（Certification）

在正式營運前，計畫團隊與委員會應檢視所有安全與保安證書，釐清是否有任何關鍵項目尚未被解決，所有高風險的危害都應被確認已被控制在可接受風險之下，在符合性證書發出前，安全與保安委員會應評估相關證據與限制等。一般來說，證書內容會包括：

- (1) 限制；
- (2) 述明在限制下，已完成所有安全與保安需求並確保可商轉。

在商轉前或開始營運一段時間內，計畫團隊應準備安全與保安授證報告，並說明以下事項：

- (1) SSC 的執行概要與限制的說明；

- (2) 執行 SSC 的行動，包括：

- 設計與興建檢核表；
- 整合測試；
- 緊急應變；
- 營運與維修手冊；
- 防火安全訓練；
- 營運與維修訓練。

- (3) 目前證書狀態的描述，包括：

- 符合性證書；
- 最終計畫安全與保安證書。

- (4) 針對減輕或最小化目前限制可能造成影響的建議行動；

(5) 消弭限制的時程表。

2.4.2 美國麻州 IV&V 指引

美國麻州針對資訊科技專案的 IV&V 作法提供指引守則，提供一些常見的 IV&V 作業需求供資訊科技專案參考，並建議不同專案因特性不同，不見得都需要執行 IV&V，應針對專案特性進行評分來決定是否應導入 IV&V，建議考量的專案特性包括：

1. 對商業的重要性（越重要越需要）；
2. 總專案金額（金額越高越需要）；
3. 技術的複雜性（越複雜、越多新技術越需要）；
4. 專案期間（越長越需要）；
5. 系統介面影響（介面越多越需要）；
6. 組織影響（與越多部門有關係越需要）；
7. 行政贊助支援（越少支援越需要）；
8. 專案團隊對產業標準與專案管理方法的經驗（經驗越少越需要）；
9. 專案團隊對專案的技術與應用（商用套裝或客製化）的經驗（經驗越少越需要）；
10. 專案團隊對專案的客戶與其商業的經驗（經驗越少越需要）；
11. 計畫團隊規模（規模越大越需要）；
12. 內部使用者規模（使用者越多越需要）；
13. 外部使用者規模（使用者越多越需要）。

在遴選 IV&V 廠商時，建議可用專案成本的 5~15% 作為 IV&V 預算（此處指的是資訊科技專案），並確保廠商的獨立性，不得參與專案中各項服務、產品的提供，並考量以下的廠商特質：

1. 解決方案的經驗；

2. 技術的經驗，IV&V 不見得要是執行技術的專家，但要瞭解相關的試驗與測試；
3. 了解系統運作相關的發展方法；
4. 了解產業標準、管理方法及如何應用到專案；
5. 有能力構建執行 IV&V 的策略；
6. 不影響專案團隊的執行；
7. 使用的工具、檢核表、驗收準則、報告方法；
8. IV&V 專案經驗。

表 2-14 提供一些建議 IV&V 可參與的專案作業內容，惟實際執行上可調整。此外，手冊中也提到一般常混淆 IV&V 與品質保證，兩者最大的差異是品質保證人員會與專案團隊密切協作，而 IV&V 則是出具報告指出缺陷供專案團隊導正，並提醒 IV&V 參與的越多，某種程度也影響其獨立性，專案團隊應加以考量。

表 2-14 資訊科技專案 IV&V 參與項目建議

程序	任務項目	IV&V 參與
計畫整體檢視	合約溝通與相關文件	○
	合約 Verification	
	成本效益審查	
	可行性研究 Validation	
計畫管理	計畫贊助評估	○
	計畫管理架構	○
	計畫管理行動	○
	風險管理程序	○
	清楚且可接受的計畫驗收準則	○
	變更管理程序	○
	課題管理程序	○

程序	任務項目	IV&V 參與
	溝通管理	○
	計畫評估與時程	○
	計畫成員	○
	計畫組織	○
	分包商使用	
	州、聯邦計畫整體檢視	
品質管理	品質保證	○
	程序定義與產品標準	○
	提送品質	○
訓練與改變管理	使用者訓練與相關文件	
	開發者、管理者訓練與相關文件	
	企業流程再造 (Business Process Reengineering)	
	變更管理策略	○
需求管理	企業需求定義	○
	技術、保安需求定義	○
	介面需求定義	○
	報告需求定義	○
	新增、變更需求控制	○
	透過測試的需求追溯性	○
架構與設計	應用	○
	結構	○
	保安	○
	服務導向架構與網頁服務整合	
	系統互聯運作及整合	○

程序	任務項目	IV&V 參與
產品環境	系統硬體	○
	系統軟體	○
	資料庫軟體	○
	軟體變更管理	○
發展環境	系統硬體	
	系統軟體	
	資料庫軟體	
	軟體變更管理	
軟體發展	高階（High-Level）設計	○
	細部設計	○
	職務控管（Job Control）	
	軟體編程與形態	○
	適用性與可用性 （Accessibility/Usability）	○
資料管理	來自既有系統的資料轉換	○
	資料庫設計	○
介面	與其他系統間的介面	○
系統與資料整合	使用者授權與許可管理	○
	系統管理者授權與許可管理	○
	職能分工（Segregation of Duties）	○
測試	單元測試	○
	系統測試	○
	使用者驗收測試	○
	前導測試	○
	效能、容量、負載測試	○

程序	任務項目	IV&V 參與
	適用性與可用性測試	○
	運作中的進入準則（Entrance Criteria for Live-Operation）	○
營運準備	系統首次展示（Rollout）與發展計畫	○
	系統與設施運作支援模組與程序	○
	運作支援成本模組 （Operational Support Cost Model）	○
	執行、不執行的程序、通道、準則	○
營運整體檢視	變更需求與缺陷追蹤	○
	顧客、使用者之滿意度	
	運作目標	
	運作文件	
	運作程序與行動	
	變更控制、移轉、推廣、發展程序與控制	○

註：「○」表示 IV&V 應關注項目。

資料來源：[5]

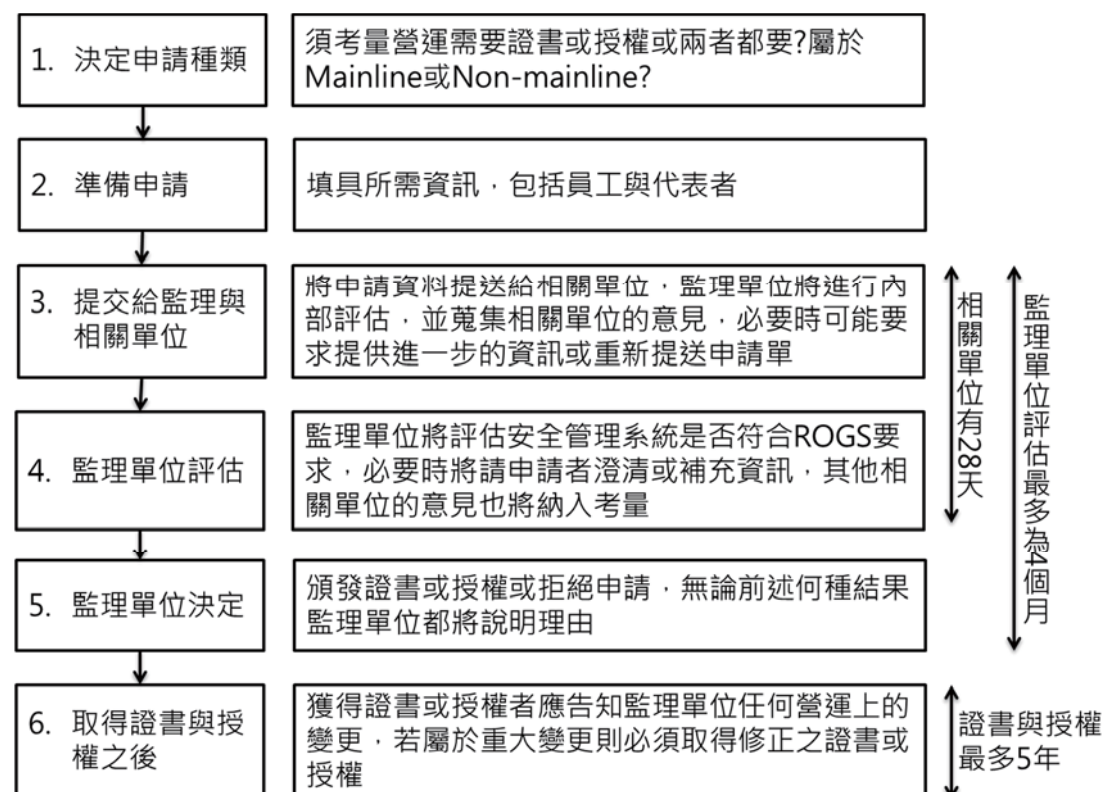
2.4.3 英國 ROGS 指導手冊

英國因應歐盟 DIRECTIVE 49/2004/EC，於 2006 年研擬了 Railways and Other Guided Transport Systems（Safety）Regulations 2006（以下簡稱 ROGS），並因應 REGULATION 402/2013/EC 的發布制定了指導手冊^[23]說明相關作業該如何執行，本節扼要說明該指導手冊內容，以及鐵道系統營運前、營運中應定期取得證書或授權的相關內容。

根據 ROGS 要求，所有鐵道營運者（除了少部分文化資產鐵道，且營運速度低於 40 公里每小時的路段不需要）均須取得證書

(Certificate)，而負責發展與維修鐵道設備者與車站營運管理者則須取得授權 (Authorization)，若營運業者同時管理鐵道設備與車站，則須同時取得證書與授權，申請程序如圖 2.23，其中，步驟 4 的重點如下：

1. 安全政策聲明及落實到各階層員工之方法；
2. 採用的安全管理模式；
3. 安全管理系統與支援程序的說明文件；
4. 安全管理系統的架構及員工角色與責任的指派；
5. 安全管理系統於其他行動的適用性；
6. 安全管理人員的職責；
7. 所有安全管理系統相關的各階層員工及其代表者之環境；
8. 安全績效的監控及導正；
9. 從事故與事件中學習到新安全作為與認知。



資料來源：[23]

圖 2.23 英國鐵業者證書與授權申請程序

2.4.4 小結

根據本節回顧國外類似 IV&V 機制的執行手冊，大致可歸納幾點結論：

1. 最終證書或報告的授予，乃基於全生命週期的驗證，不管是美國聯邦法規針對鐵道系統的 SSC 機制，或是麻州針對軟體 IV&V 的指引要求都是如此。
2. 並不是所有系統、專案都需要獨立驗證，以鐵道運輸系統來說只有高度影響安全、保安的項目需要驗證，以軟體 IV&V 來說也只有高度複雜、技術不純熟等專案需要多一層驗證來保障。
3. 鐵道系統的驗證不僅止於興建完工，為了持續確保營運安全，監理機構於系統開始商轉後也應定期、不定期驗證其安全性，尤其當系統變更可能導致重大安全影響時。

2.5 小結

表 2-15 整理國內外類似 IV&V 機制之比較，並於附錄 8 補充相關規範與手冊資料，從中可發現值得探討之議題，本節逐一說明。

表 2-15 國內外類似 IV&V 機制之比較

	美國	歐盟	澳洲	我國
獨立驗證機制	SSC 機制	ISA 機制	AEO 機制	IV&V 報告
驗證目的	營運安全與保安	營運安全	營運安全	安全、功能、品質、RAM
驗證機構資格	政府成立之專責委員會	取得 ISO/IEC 17020 認證之機構	取得澳洲政府 AEO 認證之機構	過去專案以實績、國外認證資格為主
IV&V 之解釋	安全相關軟體之查證、確證作業	關鍵安全功能的查證者、確證者應有一定獨立性	無特別規定	獨立驗證與認證

2.5.1 文獻回顧結論

1. 相關名詞中文應正名

目前履勘要點中所述的「驗證」與「認證」常被認為是 Verification 與 Validation 的中文翻譯，然而無論探究其目的或參考 CNS 之名詞定義，Verification（查證）、Validation（確證）、Certification（驗證）及 Accreditation（認證）仍有很大不同，為避免讀者與業界混淆，後續本研究將參考 CNS 12680 及財團法人全國認證基金會（Taiwan Accreditation Foundation，以下簡稱 TAF）之資料，統一使用以下名詞：

- (1) Verification：查證；
- (2) Validation：確證；
- (3) Certification^{註1}：證書、驗證；
- (4) Accreditation^{註2}：認證。

2. 國內外均要求鐵道運輸系統通車前應有獨立驗證（Certification）機制

國際上許多鐵道專案、法規均有要求通車前應取得驗證證書或驗證報告，包括美國安全與保安驗證（SSC）、澳洲 Independent Certifier 等，此點與我國履勘作業要點要求的 IV&V 報告相同，惟針對此證書或報告應依據哪些證據、應辦理那些工作、應透過那些準則等則沒有一致的作法。

3. 應理解「IV&V」與「獨立驗證與認證」之差異

「IV&V」源自於軟體相關標準的用詞，中文名稱應是獨立查證與確證，Verification 與 Validation 在 EN 50126/8/9 中被引用，主要是因為對號誌、通訊等高度軟體控制的系統有查證與確證需求，因應 SIL 而衍生的人員獨立性要求，亦即 EN 50126/8/9 所要求的 V&V 獨立性

^{註1} 係指驗證機構授予書面保證人員、產品、程序或服務符合規定要求之過程或活動

^{註2} 係指驗證機構依規定提出申請，經確認驗證機構符合規範與要求，並有能力執行特定工作。

與整體系統驗證無關。此外，EN 50126/8/9 中並沒有一定要第三方單位執行 Verification 與 Validation(圖 2.4)，反而是獨立安全評估(ISA)須由第三方單位擔任，這點在歐盟相關規章已有明文規定。

4. 我國過去的 IV&V 作業主要在評估其他機構辦理 V&V 的成果

參考 AS/NZS 15288 及 IEEE 1483 等標準對 Verification 與 Validation 的要求，執行 V&V 的關鍵是必須「展現 Demonstrate」產品或系統符合需求與目的，國內鐵道業界過去所執行的 IV&V，均由廠商或監造、設計審查團隊展現 V&V 成果，再由 IV&V 機構進行抽樣審查(Review)，嚴格來說只能算是 Independent「Review」of V&V，不難理解過去國內 IV&V 專案經費只佔整體系統 1~2%，與麻州 IV&V 手冊建議的 5~15%有很大差距的原因。

5. 國際上沒有整體系統 IV&V 的案例

承前點，由獨立單位再一次透過展現做法來執行 V&V，實務上不僅需投入龐大成本，也會對計畫時程造成衝擊，故國際上不會要求全系統都必須由獨立單位再一次展現，而僅挑選必要的項目來執行。例如，美國安全與保安驗證(SSC)僅專注安全與保安課題，澳洲授權工程組織(AEO)制度只對有重大安全影響的變更執行 ISA 等，此點是目前履勘要點要求「整體系統」獨立驗證與認證報告^註必須思考的課題。

6. 整體系統獨立安全驗證有例可循

參考歐盟、美國類似機制，可發現無論美國的安全與保安驗證(SSC)或歐盟的獨立安全評估機制(ISA)，都是專注在「安全」課題，主要原因是就算所有功能、規格都符合需求也不一定代表安全，故須有獨立單位從安全風險的角度重新審視整體系統。

^註為了如實說明履勘要點要求，此處仍使用「獨立驗證與認證報告」，本研究建議可考量更名為「獨立驗證報告」更符合相關作業內容與目的，詳本報告 4.1 節之名詞修訂建議與說明。

7. 驗證（Certification）即是一種符合性評鑑的過程，須關注驗證基準與依據

歐盟要求獨立安全評估（ISA）需具備符合性評鑑標準 ISO/IEC 17020 的獨立與專業資格，美國安全與保安驗證（SSC）也要求應紀錄、追蹤不符合項目，可以得知國際上此類獨立驗證活動屬於符合性評鑑的過程，故若無基準或依據，則「是否符合」將沒有根據。

8. 驗證（Certification）不能只有最終報告，必須有階段性報告及早因應

參考國外類似 IV&V 專案與制度，均可發現最終報告只是最終證明，要實際發揮驗證功效必須在設計、製造、安裝與測試階段持續提出觀察意見、指出不符合項目，讓專案團隊能及早因應，包括美國 SSC、麻州 IV&V 指引等都有階段報告的要求。

9. 因應 IV&V 獨立招標需求，相關規範應明定

國內鐵道建設除少數 BOT 外，主要由公部門負責推動，為確保 IV&V 機構的獨立性，近年 IV&V 均由公部門直接招標，此趨勢與近年國際上普遍由主管機關直接聘用獨立驗證者相符，故勢必要釐清 IV&V 公開招標之規範與需求，以利公部門辦理相關作業時依循。

2.5.2 課題

除了 2.5.1 節之結論外，本章回顧國內過去鐵道建設計畫專案組織現況後，可歸納如圖 2.24 之組織架構與職責，重點說明如下：

3. 設計查核顧問、監造顧問

設計查核顧問為負責審查承包商提送之文件，職責類似獨立查核工程師（ICE），國內通常分為機電設計查核與土建設計查核，也有統包設計查核的案例；監造顧問負責監造承包商工程施作與各項測試，職責類似獨立監造工程師（ISE），國內通常分為機電監造與土建監造，也有統包監造的案例。

4. 統包商、分包商、供應商

提供鐵道系統的廠商，國內通常分為機電承包商與土建承包商，土建部分視工程範圍與特性也會分段招標，但為求縮短工期並加速分包商整合，也不乏有機電、土建統包的案例。無論機電、土建統包或分包，實務上除了主承包商外都會再有分包商、供應商，各單位內部也有品管團隊與 V&V 團隊負責控管程序、執行查證與確證作業等。

5. 第三方驗證機構、第三方 IV&V 專業機構

對統包商（買方、第二方）與分包商（賣方、第一方）來說，所謂的第三方機構指的是賣方委託驗證機構檢驗其產品、系統是否符合標準與需求，例如電磁相容檢驗、安全完整度等級（SIL）驗證等等，其中的獨立安全評估單位（ISA）乃獨立於系統設計、開發、及營運機構之外，評估並檢視系統之安全需求是否已恰當、充分地符合；對政府機關（買方、第二方）與統包商（賣方、第一方）來說，除了前述驗證機構外，目前業界尚委託 IV&V 專業機構擔任第三方公正單位來驗證整體系統，並於初勘前提出整體系統獨立驗證與認證報告佐證系統可營運，近年趨勢由興建鐵道運輸系統的單位來聘用與管理。

6. 認證機構

認證機構的目的在「認證」驗證機構有能力執行指定的驗證作業，國內為財團法人全國認證基金會（TAF），國外也有類似機構，例如德國的國家認證委員會（DAkkS）、英國的認證服務組織（UKAS）等，前述的第三方驗證機構須取得 TAF 等認證機構的認證證書，方有資格執行驗證作業，發出的驗證證書也才有公信力。

從圖 2.24 的組織與職責圖可以發現，關於現況 IV&V 專業機構的定位與職責有幾點待釐清處，分述如下，第三章將說明初步解決方案，藉以做為第四章規劃修訂草案之依據。

1. IV&V 定位課題

從國外專案經驗可發現，除了 ISA 是在歐盟標準下確定應執行的作業外（針對跨國鐵道），要再聘請那些獨立顧問、依據哪些證據、驗證哪些單位等，不同國家或專案並沒有一致作法。考量我國不同辦理機關的專案組織架構也不盡相同，故應釐清 IV&V 專業機構與既有專案組織的職責差異，例如與設計審查顧問、監造顧問、產品驗證機構及廠商 V&V 等之關係。

2. 執行範圍、項目課題

(1) 在承包商已有獨立 V&V、ISA 機制下，IV&V 定位應釐清

究竟 IV&V 是定位為獨立的查證與確證（V&V），或是參考履勘要點的精神應包括獨立安全評估（ISA）、系統保證、查證與確證（V&V），或僅是在業主、承商、管理顧問外再加一層的保障，是近年來國內探討 IV&V 時常引起討論的議題。本研究認為應從目標導向來思考，因交通部仍是發出最終系統可營運證書的權責單位，初、履勘扮演交通部發證機制中重要的一環，故 IV&V 報告應是初、履勘委員評估系統能否通車的重要參考依據之一，因此應先從最終系統可營運的目標來思考，配合前述提到的我國鐵道建設計畫組織，進一步探討 IV&V 報告之定位。

(2) 獨立單位的驗證範圍

參酌 EN 50126/8/9、美國安全與保安驗證（SSC）機制、澳洲授權工程組織（AEO）機制，獨立單位專注的重點都是安全課題，我國 IV&V 機制應釐清若「整體系統」驗證報告是交通部核准通車的重要依據，則所有功能、品質、合約項目都納入「獨立」單位驗證範圍的作法值得商榷，參考國外機制，在成本效益考量

下，聘用「獨立」單位的目的是驗證「整體系統之安全」，而非驗證「整體系統」涵蓋的所有範疇。

3. 作業方法、基準課題

應釐清 IV&V 作業方法是否應透過查證（Verification）與確證（Validation）來展現（Demonstration）系統符合需求，或只是查核（Checking）、評估（Assessment）、審查（Review）其他單位展現（Demonstration）的結果，兩者在成本、專業、時程的需求上有很大不同，例如麻州 IV&V 指引建議 IV&V 經費為 5~15%，與我國過去 IV&V 專案僅編列 1~2% 經費有很大差異。細究其原因，國內過去各專案中的 IV&V 主要執行查核、評估、審查，而不是在廠商已辦理的 V&V 作業外再一次執行 V&V 來展現系統符合需求，且觀察意見未明確說明驗證基準供辦理機關了解。

4. 執行資格要件問題

從圖 2.24 的組織中也可發現現況並沒有一套機制來規範 IV&V 專業機構的資格，故辦理機關僅能將廠商實績、人員專業度等納入合約要求。從國內外機制、法規的回顧中可發現，獨立單位需要的資格要件除了專業外，也須重視其獨立性，歐盟以 ISO/IEC 17020 中的獨立與專業性要求作為獨立安全評估單位的資格要件；美國的 SSC 機制則是直接由公部門聘請專業人員成立專責的驗證機構，兼具專業與獨立資格；澳洲則透過申請與核准授權工程組織（AEO）的制度來確保機構的專業度，並透過再聘請另一家 AEO 擔任獨立安全評估（ISA）的方式確保獨立性。總結過去國內 IV&V 專案的廠商資格可歸納如下：

- (1) 實績：通常要求廠商 10 年內有鐵道系統 IV&V、ISA 或 V&V 的完工實績，部分專案進一步要求實績的金額規模與系統範疇；
- (2) 人員經驗：通常要求計畫經理、參與人員應有一定鐵道相關領域的工作年資，部分專案更進一步要求應有特定子系統的工作經驗；

- (3) 認證 (Accreditation)：為確保最終取得證書的有效性，會要求 IV&V 廠商最終出具的證書與報告是由被認證的人員簽屬。

根據前述國內現況的要求可能面臨以下問題：

(1) 實績的要求不明

一來鐵道整體系統 IV&V 是國內特有的要求，再則從本章的回顧亦可發現，國內歷年來雖然有不少名為 IV&V 的專案，但因規範不一致導致工作內容有很大差異，在確保專業度方面有很大隱憂。

(2) 難以培植國內產業與技術

主要因過去國內 IV&V 專案均由外國廠商執行，若欲比照歐盟，則國內財團法人全國認證基金會 (TAF) 須培養鐵道運輸營運安全的檢驗機構認證能量 (依據 ISO/IEC 17020)；若欲比照美國，需要專責驗證單位；若要效法澳洲，則需要研擬授權工程組織 (AEO) 制度下的各項標準規範。在前述 3 者皆無的情況下，國內機構、廠商難以取得公信機構認證，就算有專業能力的國內專家也只能受外國廠商所聘來執行 IV&V 作業。

5. 國際接軌課題

目前國內鐵道建設計畫的機電廠商主要仍以外國廠商為主，儘管如淡海輕軌、安坑輕軌等國內廠商為主標商的計畫，其中的車輛系統關鍵組件、號誌系統、監控系統等仍須採用國外廠商產品，而國際上針對產品認證、軟硬體 V&V、系統保證的要求均已有標準規範，國內的 IV&V 報告勢必要在這些國外廠商已有的證據上做出評估結論，故我國 IV&V 機制必須考量國際上作法，方能加速作業流程並減少不必要的審查、見證疑慮；另一方面，為培植國內產品供應商、系統整合商未來有海外競爭的能力，勢必要透過國內專案的要求，在與國際作

法一致下培養其業績與能力，後續無論參與國際團隊或欲拓展海外市場時才能取得優勢。

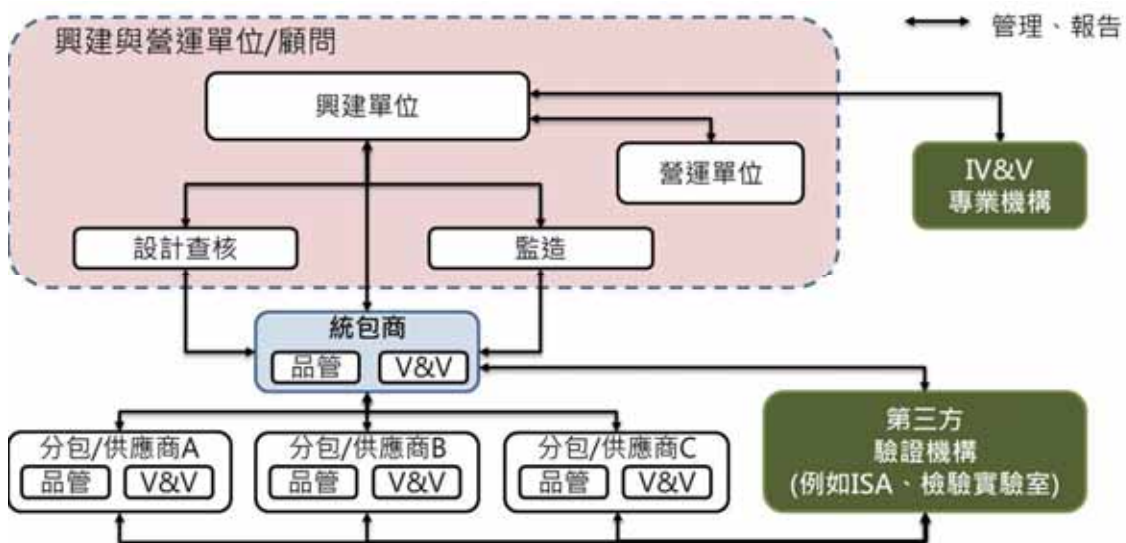
第三章 我國 IV&V 執行課題與初步建議

延續 2.5.2 節所述之課題，本章針對各課題提出初步的建議方案，並以此作為後續研擬草案修訂內容及作業指引之基礎。

3.1 IV&V 定位課題

1. 管理與報告

經回顧國內鐵道建設專案組織架構並考量國際上作法，初步建議後續國內各地方政府興建鐵道系統時可依循圖 3.1 之管理與回報架構，例如部分機關擔任的是興建單位，採另外聘請設計查核與監造顧問的方式辦理計畫；也有部分機關同時擔任興建單位¹與設計查核（Design Checking）及監造工程師（Siting Engineer）。



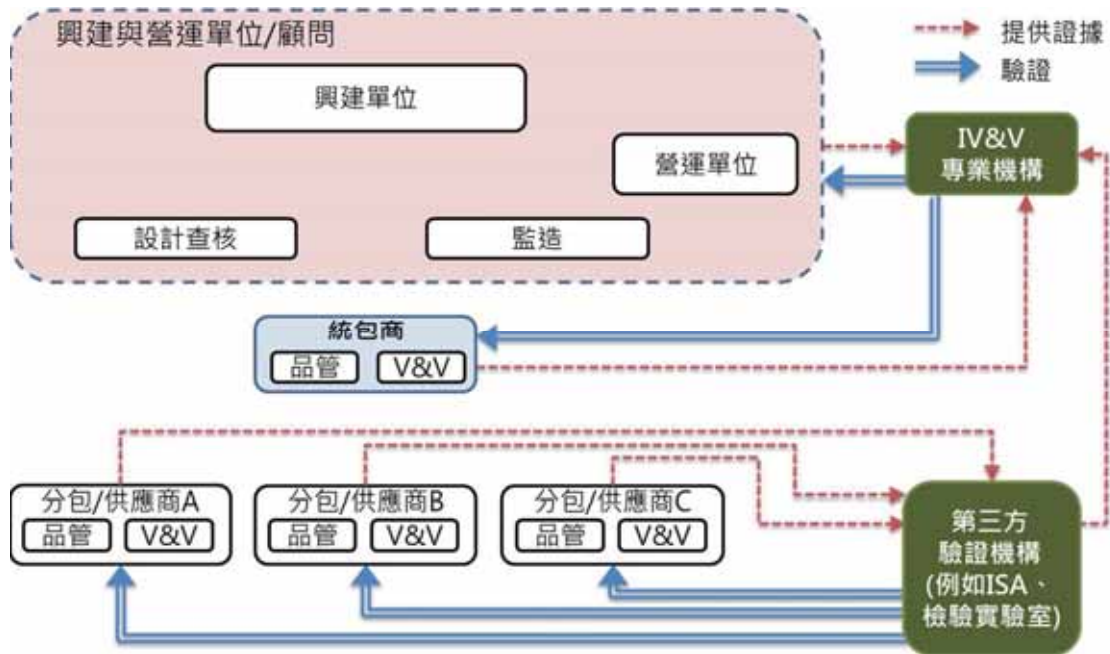
資料來源：本研究繪製。

圖 3.1 鐵道建設專案組織架構

¹ 興建機關：依大眾捷運法第 13 條規定，負責大眾捷運系統建設之機關，為中央主管機關或報請行政院同意後之地方主管機關。

2. 驗證（Certification）對象與證據（Evidence）來源

圖 3.2 進一步延續圖 3.1 之規劃，說明 IV&V 驗證的對象與證據來源，其中有幾個重點說明如下。



資料來源：本研究繪製。

圖 3.2 IV&V 證據來源與評估對象

1. IV&V 專業機構除了可直接對承包商進行各項查核（Check）、見證（Witness）以取得客觀證據（Objective Evidence）外，參考國內專案經驗，包括興建單位、設計查核及監造工程師等對承包商的各項審查（Review）、監造（Siting）意見等，都可作為 IV&V 報告之證據來源。
2. IV&V 除了驗證統包商提供的系統，確保最終系統可安全營運外，考量其出具報告中的部分證據乃來自於設計查核及監造工程師，故也應驗證其作業程序，確保採用證據的品質。
3. 由廠商循 EN 50126/8/9 標準所聘請的 ISA，或為符合標準而送實驗室、檢驗機構等第三方驗證機構辦理的驗證作業，也應是 IV&V 報告內的證據。

4. 營運單位的緊急應變措施、模擬演練成果、安全功能相關的人員資質等，是系統能否營運的關鍵，故營運單位也是 IV&V 專業機構的驗證對象。

3.2 執行範圍、項目課題

參考歐盟、美國、澳洲對獨立評估(Assessment)與授證(Certificate)單位的作業要求與目的，與我國履勘要點對 IV&V 報告的定位相同，都是作為「系統可通車營運」的背書與保障，若細究美國或歐盟規範，可發現「安全」是此獨立單位評估的首要重點，而判斷是否安全、風險是否已被控管的部分證據來自於系統可靠度、安全功能、計畫品質的確保等，因此本研究初步提出如圖 3.3 的 IV&V 驗證範圍建議，說明如下。



資料來源：本研究繪製

圖 3.3 IV&V 驗證範圍

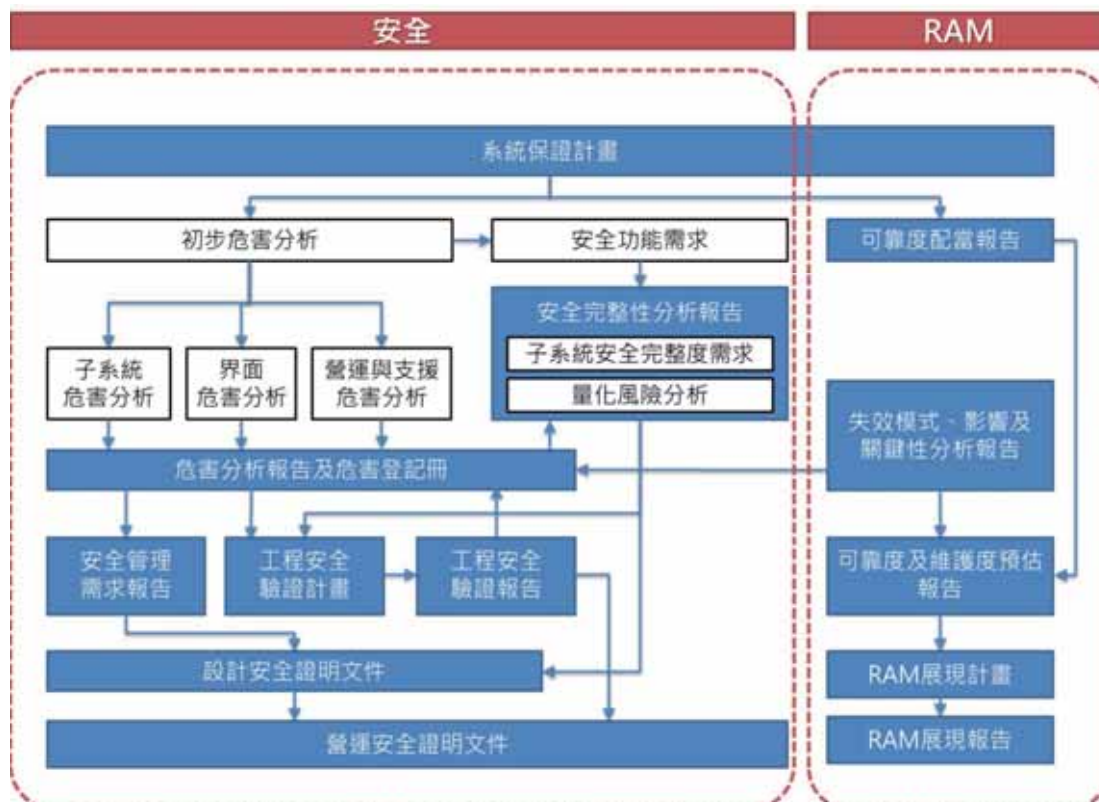
1. IV&V 專業機構應依據全生命週期的審查 (Review)、查證 (Verification)、確證 (Validation) 與評估 (Assessment) 證據，評估 RAM、功能、品質，最終確保營運安全，營運安全應是整

體系統之獨立驗證報告的關注重點^註，也是後續初勘、履勘、交通部評估是否許可營運的關鍵。

2. 安全議題的評估（Assessment），應循 EN 50126/8/9 對系統保證之要求，循序分析安全風險並評估安全功能失效之影響，其概念簡述於圖 3.4。
3. 關於各項與安全相關功能、規格、程序的審查（Review）、查證（Verification）、確證（Validation）與評估（Assessment）作業，應導入生命週期與可追溯性概念，循序透過功能拆解、設計查證、試驗（Test）查證與確證逐一完成，此作業原則上應由統包商、分包商內的查證與確證團隊執行，並由 IV&V 專業機構來審查、評估，必要時得針對關鍵議題再執行獨立的查證與確證，關鍵是確保相關證據的可追溯性（Traceability），尤其當設計變更、功能變更、形態變更時，IV&V 應檢視對營運安全的影響，其概念如圖 3.5。
4. IV&V 報告僅是評估系統保證²作業是否已充分，相關控制措施已落實，僅是確保安全風險的確降到可接受範圍，不代表系統無安全風險。

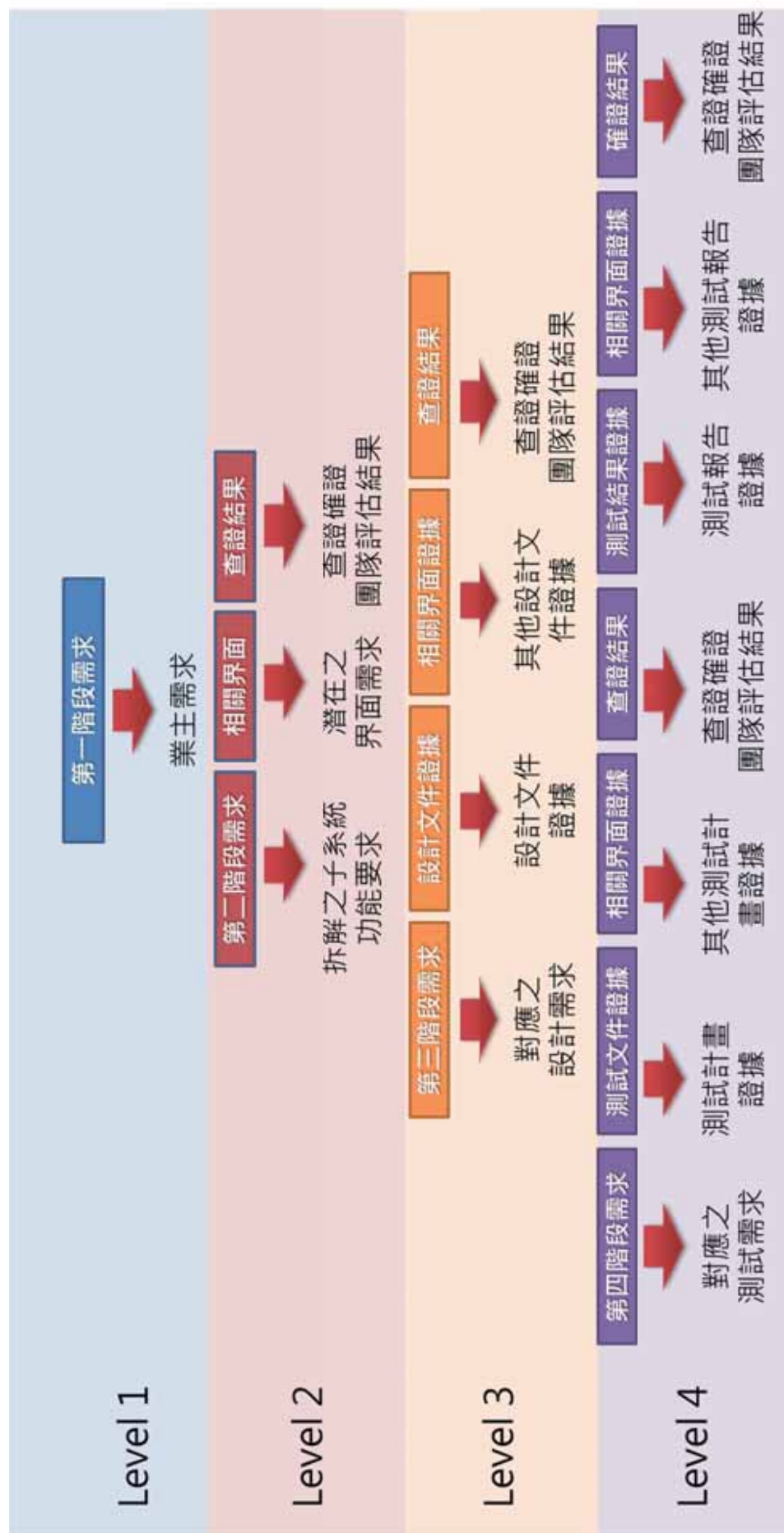
^註本研究建議將「整體系統之獨立驗證與認證報告」修訂為「整體系統之獨立驗證報告」，詳 4.1 節說明。

² 系統保證（System Assurance），一系列規劃且系統性的工程行動，確保產品符合系統應用需求，包括安全性（Safety）、保安性（Security）、可靠度（Reliability）、可用度（Availability）、維護度（Maintainability）、基準（Standards）、流程（Procedure）與規範（Regulation），來提供足夠的信心給使用者，顯示系統達到預期的運作狀況。



資料來源：本研究繪製

圖 3.4 系統保證概念



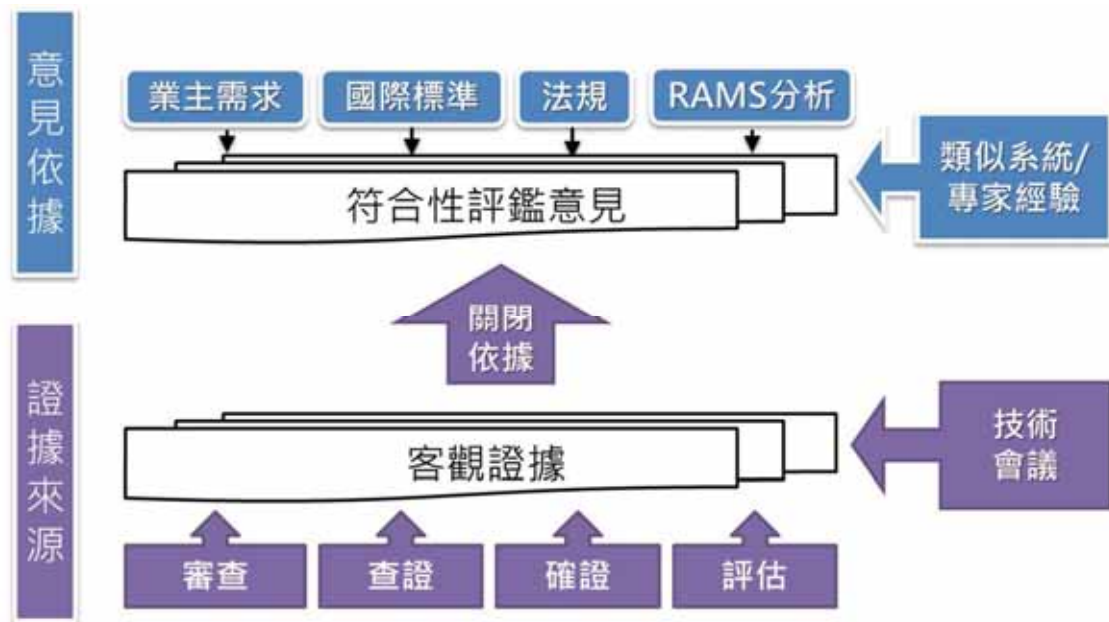
資料來源：本研究繪製

圖 3.5 查證與確證之可追溯性概念

3.3 驗證方法、基準課題

3.3.1 驗證方法

參考美國 SSC 手冊、國際標準、國內類似專案中 IV&V 的作業方式後，本研究建議將 IV&V 報告定位為營運安全的符合性評鑑成果，初步建議 IV&V 為取得圖 3.3 所述驗證範圍的客觀證據時，應透過審查、查證、確證、評估、技術會議等方式取得證據，關閉符合性評鑑過程中所開具的意見，概念如圖 3.6，相關名詞說明如下。



資料來源：本研究繪製

圖 3.6 IV&V 驗證方法概念

1. 審查^[2]：對標的達到既定目標的適宜性（suitability）、充裕性（adequacy）或有效性（effectiveness）之決定。
2. 查證^[2]：經由客觀證據之提供，證實已滿足所規定的要求事項。

- (1) 備考 1：為查證所需的客觀證據，可為檢驗³或如執行替代的計算或審查文件等其他形式的決定之結果。
3. 確證^[2]：經由客觀證據之提供，證實業已滿足某指定的預期用途或應用之要求事項。
- (1) 備考 1：為確證所需的客觀證據，為試驗或如執行替代的計算或審查文件等其他形式的決定之結果。
4. 文件^[2]：資訊及其載體。例：紀錄、規範、程序文件、圖樣、報告、標準。
- (1) 備考 1：媒體可為紙張、電腦的磁碟、硬碟或光碟，照片或主樣本或上述之組合。
- (2) 備考 2：一組文件（例：規範與紀錄），常被稱為「文件化（documentation）」。
- (3) 備考 3：某些要求事項（例：易讀之要求）與所有形式的文件有關，但可能對規範（例：需管制修訂版之要求），及對紀錄（例：可檢索之要求）分別有不同的要求事項。
5. 檢驗：
- (1) 對符合規定的要求事項之決定^[2]。
- 備考 1：若檢驗之結果為符合，其結果可作為查證之用。
- (2) 為經由觀察與判斷，適當時伴以適當之度量、測試或量規檢查之符合性評估^[4]。
- (3) 對產品設計、產品、服務、製程或工廠的檢查，以決定其符合特定的要求或一般專業性判定的要求^[19]。
6. 試驗：
- (1) 為某指定的預期用途或應用，依要求事項施行之決定^[2]。

³ 檢驗（Inspection）常被與其它符合性評鑑，如測試（Testing）與驗證（Certification），共同使用，因此不易區別，一般而言，檢驗結果可於支援驗證活動，而測試（Testing）可為檢驗的一部份（國家型符合性評鑑知識服務體系 http://www.ca.org.tw/about_element.asp）。

- 備考 1：若試驗結果顯示符合，其試驗結果可作為確證之用。
- (2) 按規定程序對某一產品、過程或服務的一種或多種的特性，予以測定之技術性作業為試驗（Test）；執行一種或多種的試驗作業為測試（Testing）^[4]。
7. 評估^[7]：基於證據對產品的合適性做出判斷。
 8. 客觀證據^[2]：支持某事物之存在或真實性之資料。
 - (1) 備考 1：客觀證據可經由觀察、量測、試驗或其他方式取得。
 - (2) 備考 2：為稽核目的而取得之客觀證據，通常包括與稽核準則直接相關且可查證的紀錄、事實陳述或其他資訊。
 9. 稽核^[2]：有系統、獨立及文件化的過程，以獲取客觀證據，並客觀地評估，以決定符合稽核準則程度。
 - (1) 備考 1：稽核的基本要項包括由對稽核標的毋須負責之人員，依據程序執行以決定標的之符合程度。
 - (2) 備考 2：稽核可以是內部稽核（第一方），或外部稽核（第二方或第三方），也可以是合併稽核或聯合稽核。
 - (3) 備考 3：內部稽核有時候被稱為第一方稽核，係由組織本身或其代表者，為管理審查與其他內部目的所執行，並可作為組織的符合宣告之基礎。獨立性可由對所稽核作業無涉而展現之。
 - (4) 備考 4：外部稽核包括通常所稱的第二方稽核與第三方稽核。第二方稽核係由對組織利害關係的團體（例：顧客⁴或由其他代表顧客的人員）所執行。第三方稽核由外部、獨立稽核組織執行，例：提供符合性驗證/登錄的組織或政府機構。

⁴ 顧客（Customer），可能或會接受其所想要或需要的產品或服務之個人或組織，例如消費者、客戶、終端使用者、零售商、來自內部過程的產品與服務之收受人、受益者及採購者。

3.3.2 驗證基準

驗證機構應說明驗證基準，作為不符合項的開立依據，例如合約需求、安全危害分析結果或安全基準等，本節逐一說明。

1. 合約需求

IV&V 專業機構應與系統供應商或統包廠商協調，依據合約需求，於計畫之初與廠商 V&V 團隊逐一確認與營運安全相關且應查證、確認之項目，可參考圖 3.5，依據合約要求逐項拆解為功能需求、設計需求、測試需求等，並於驗證期程內訂定檢核時間點，確保各項安全相關功能、設備已符合各生命週期階段需求。

2. 安全危害分析結果

依據 EN 50126 規定，系統供應商或統包廠商應執行安全危害辨識、分析、評量、處置，並將成果紀錄於危害登記冊（Hazard Log），於生命週期各階段追蹤、處理、更新，如圖 3.4。圖 3.7 是常見的危害登記冊欄位，其中，為了將各項安全危害降低到可接受水準，經過危害分析後會有減輕措施之需求（圖中色塊處），這些需求不見得是前述第 1 點合約需求的內容，故 IV&V 專業機構應對這些減輕措施進行驗證，確保在完工通車前的各生命週期階段都已執行相關減輕措施。

項次	危害 編碼	危害 說明	系統	子系統	發生位置/ 模式	影響/ 後果	影響 旅客	影響 員工	影響 大眾
主要成因		次要成因		原始風險頻率		原始風險嚴重性		原始風險等級	
減輕措施編碼		減輕措施說明		殘餘風險頻率		殘餘風險嚴重性		殘餘風險等級	
減輕措施 查證證據		減輕措施 確證證據		減輕措施管控單位			危害管控單位		
登錄日期		目標完成日		上次檢討日期		危害狀態		備註/更新說明	

資料來源：本研究繪製

圖 3.7 危害登記冊欄位

3. 安全標準

國際上鐵道系統多年來已累積許多安全原則經驗，例如 Railway Safety Principles and Guidance，訂有 33 項安全原則（如圖 3.8），及包括設備、車站、牽引電力、號誌、平交道、列車、電車、小型鐵道 8 項分類的實務說明（如圖 3.9），針對無人駕駛系統部分，也有 IEC 62290 等標準說明安全準則。IV&V 專業機構應在前述合約需求、危害分析所要求之減輕措施外，提出適用該專案的安全標準，作為後續驗證的上位依據。

原則標題	安全路徑、空間與控制 Safe routing, spacing and control	PRINCIPLE 20 Signalling 原則 20 號誌 原則群組
原則	號誌系統應提供列車安全的路徑、空間與控制 The signalling system should provide for the safe routing, spacing and control of trains.	
提醒應用例外	注意：此原則並不適用於電車章節(目視駕駛) Note: This principle does not apply to sections of tramways which operate on line-of-sight.	
應考量要素	Factors 應考量以下原則: The factors for consideration should include: (a) the prevention of collisions; 避免碰撞 (b) protection against human error during operation; 營運時防護人為失效 (c) the type of trains permitted to operate on or likely to operate on the railway; 允許的列車類型 (d) the effects of the electric traction system; 牽引電力系統的影響 (e) the type of track and track condition; 軌道類型與軌道狀況 (f) the interface with communication and other systems; 與通訊系統及其他系統的界面 (g) the protection of the railway from the signalling system failing in an unsafe mode; 在號誌系統失效(不安全模式)時防護軌道系統 (h) the avoidance of the degradation of the signalling system from the use of secondary or other interfacing systems; 避免受次要或其他界面系統影響而導致號誌系統進入降級狀態	

資料來源：[21]

圖 3.8 Railway Safety Principles and Guidance-安全原則摘錄

- 號誌系統維修
- 2 MAIN FUNCTIONS OF SIGNALLING SYSTEMS
- 任何號誌系統主要的安全目標如下:
- 18 The primary safety objective of any signalling system is to:
- (a) 預防列車間的碰撞
prevent collision between trains;
 - (b) 預防列車在未正確設定或不當鎖定的對向道岔出軌
prevent derailment of trains at incorrectly set points or inadequately locked facing points;
 - (c) 給予未衝突路徑的授權
give an authority to proceed which does not conflict with the route set; and
 - (d) 保護平交道 (參Part 2, Section E 平交道)
protect level crossings (see Part 2, Section E Level crossings).

資料來源：[21]

圖 3.9 Railway Safety Principles and Guidance-實務項目摘錄

3.4 執行資格要件問題

參考歐盟、美國、澳洲作法並拜訪國內專家學者後，初步提出以下建議。

1. 獨立性要求

獨立性是 IV&V 作業的基礎，惟何謂「獨立」並無一定標準，例如 ISO/PAS 17001 規範檢驗機構應具備公正性，亦即迴避利益衝突，避免檢驗機構的行動受到不利影響；IEEE 1012 則認為 IV&V 的獨立性可從財務、技術及管理三面向來區別，各面向不同程度的獨立性也都可視為不同類型的 IV&V；歐盟對獨立安全評估（ISA）的要求，以取得 ISO/IEC 17020 認證作為是否獨立的依據，而 ISO/IEC 17020 中明確將檢驗機構分為 A、B、C 三類，三類型在可檢驗對象、獨立性程度上雖有差別，但也都算獨立檢驗機構。

考量國內財團法人全國認證基金會（Taiwan Accreditation Foundation，以下簡稱 TAF）短期須培養鐵道系統 ISO/IEC 17020 之認證能量，且 ISA 與 IV&V 或全系統驗證仍有不同，為扶植國內業者與相關技術，短期可以參考美國麻州對 IV&V 單位之要求，或參考澳洲聘用多家授權工程組織（AEO）的精神，以「不涉入專案相關服務與產品」作為獨立性的證明，亦即以 ISO/PAS 17001 的「公正性」來做獨立性要求，另本研究建議中長期可考量以下 3 方案：

- (1) 挹注資源讓國內 TAF 具備頒發鐵道 ISO/IEC 17020 認證的專業與能力，如此可仿效歐盟對 ISA 的資格要求，但仍須瞭解 ISA 與整體系統驗證有所不同，以鐵道系統 ISO/IEC 17020 認證作為執行單位資格時，仍應考量計畫特性與所需驗證範圍，於採購契約中補足對執行單位專業性之規範。
- (2) 比照美國安全與保安驗證（SSC）模式由政府成立一獨立且專責委員會，負責統籌辦理國內鐵道建設專案的 IV&V 作業，並提出 IV&V 報告，此作法相當於替現況只能在通車前短時

間內檢驗系統的初、履勘委員，於通車前的各生命週期階段執行更充分、及時的檢驗工作，不但因受政府管轄而確保獨立性，長期也可累積國內技術能量，將驗證發現、經驗予以文件化甚而成為標準。

- (3) 比照澳洲授權工程組織（AEO）制度，由政府建立機制與標準，藉以認證工程顧問公司、系統商、營運機構等成為具有資格的工程組織，讓主辦機關於主承包商、顧問外，再聘用取得前述資格的另一機構擔任獨立驗證機構，如此可確保其獨立性與專業性。惟此做法等同於由政府擔任認證機構，故政府部門必須培養認證能量並制定認證標準。

表 3-1 IV&V 執行資格中長期建議方案與分析

方案 分析	TAF 具備認證鐵道系統 ISO17020 能力	仿效 SSC 成立專責機構	仿效 AEO 制度由 政府認證
優點	● 可仰賴 TAF 認證能量，承襲既有認證程序，較易推動 ● 相較經國外認證，由國內 TAF 認證可減少申請單位的認證費用。 ● 由 TAF 確保 IV&V 機構之獨立性與專業性，解決現況主辦機關難以掌握的問題。	● 專責機構財源來自政府，最能確保獨立性 ● 長期由固定單位執行 IV&V 有利於累積國內技術能量。 ● 因應軌道技術研究暨驗證中心成立，可順勢將 IV&V 納入其業務範疇	● 國內工程顧問、營運公司均可申請。 ● 相較於 TAF 認證，政府可規劃更貼近我國鐵道系統的認證範疇。

方案 分析	TAF 具備認證鐵道系統 ISO17020 能力	仿效 SSC 成立專責機構	仿效 AEO 制度由 政府認證
挑戰	● 國內工程顧問、營運公司不見得能滿足公正性要求。 ● ISO/IEC 17020 對專業性的要求範圍仍無法滿足履勘要點對整體系統營運安全驗證的需要，須透過採購契約額外要求。	● 須思考此專責機構經費來源。 ● 短期仍須仰賴外部顧問，須確保獨立性。	● 政府須具備認證專業、研擬認證規範。 ● 市場規模因素，外籍公司不見得有意願申請。

資料來源：本研究整理

2. 專業性要求

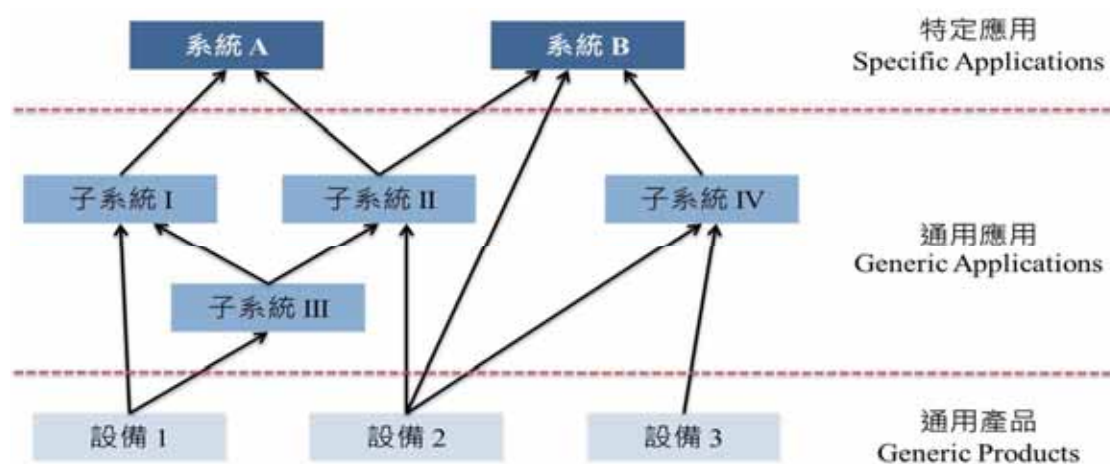
歐盟之所以在 Regulation 402/2013/EC 中明文要求由取得鐵道系統 ISO/IEC 17020 認證的單位執行獨立安全評估，主要是歐盟也要求 ISO/IEC 17020 認證中應說明取得證書的驗證單位可執行評估的範圍，例如號誌系統、車輛系統或供電系統等，換句話說即同步透過此認證確保驗證單位內部人員的專業性；澳洲的 AEO 機制則將專業依工作內容、生命週期階段區分，在給予各 AEO 認證時一併標註可執行業務的範圍，以確保其具備驗證項目相關的專業。

就國內推動 IV&V 的實務作業來看，短期可透過合約要求人員的資歷以確保專業度（詳本報告 4.1 節作業指引）；長期來說，除了挹注資源讓 TAF 具備頒發鐵道 ISO/IEC 17020 認證的能力外，可考量比照美國 SSC 模式，由政府成立一專業且專責委員會，統籌辦理國內鐵道建設專案的 IV&V 作業，例如預計成立的軌道技術研究暨驗證中心可考量將 IV&V 納入業務範疇。

3.5 國際接軌問題

3.2 節已建議「安全」為 IV&V 的主要驗證標的，為加速計畫進度並節省不必要的評估作業，國際上依據 EN 50126/8/9 已慣於採用交互接受制度（Cross-Acceptance），其概念如圖 3.10 所示，將安全證明區分為通用產品、通用應用、特定應用三類，舉例來說，一特定鐵道系統計畫最終須取得特定應用層級的安全證明，但其中牽涉許多子系統、設備的安全證明需求，故可基於通用應用與通用產品的證明來發出特定應用證明。一般來說產品製造商、子系統供應商在完成產品設計後都會先取得通用產品與通用應用的安全證明，如此一來有利於其產品或子系統被採購，並於鐵道建設計畫中加速取得特定應用證明，相關定義如下：

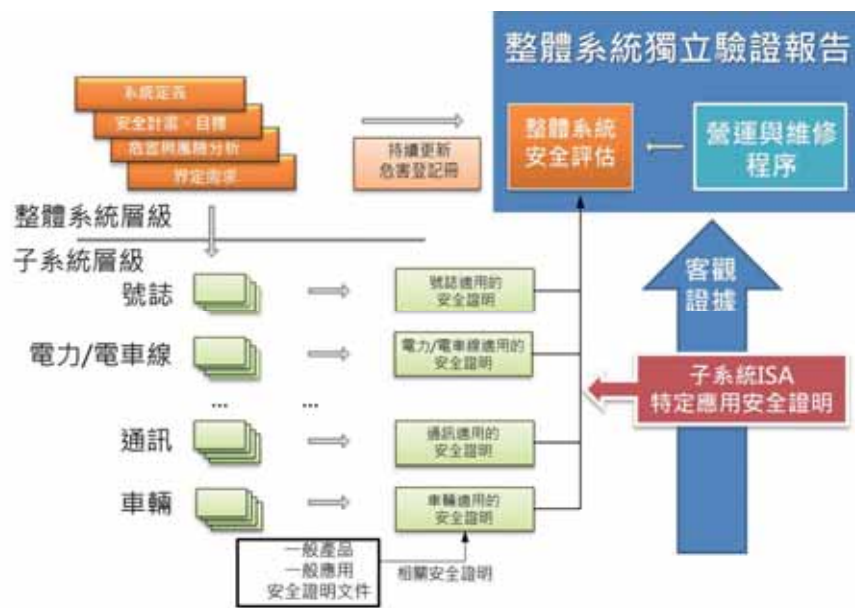
1. 通用產品安全證明：設備取得此證明可重複使用在不同的應用。
2. 通用應用安全證明：子系統取得此證明可重複應用在一般的功能。
3. 特定應用安全證明：系統取得此證明只適用在特定的安裝。



資料來源：[9]與本研究繪製

圖 3.10 安全證明的 Cross-Acceptance 概念

延續圖 3.10 之說明，國際上於新建鐵道建設計畫中，依據 EN 50126/8/9 所執行的 ISA 制度所發出的安全證明為「特定應用安全證明」，惟其主要針對有安全完整性需求（Safety Integrity Level，以下簡稱 SIL）的子系統，針對子系統間介面整合、沒有 SIL 子系統部分、營運維修部分的著墨較少，故建議我國 IV&V 可定位為全系統的整合，並納入營運維修考量，如圖 3.11 所示，方能確保 IV&V 報告中所作之「無營運安全之虞」結論有所憑據，也避免重複作業之浪費。



資料來源：[22]與本研究繪製

圖 3.11 我國 IV&V 與國際接軌示意

第四章 修訂草案說明

本章綜整第三章初步建議，於 4.1 節說明履勘要點的修訂內容，4.2 節則將 IV&V 作業規範整理成履勘要點第 3 條附件，供後續相關單位修訂條文時參考。此外，為確保辦理機關預先規劃獨立驗證作業，本研究亦建議應及早於綜合規劃階段預作規劃，故於 4.3 節提出「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」（以下簡稱大眾捷運申審要點）之修訂建議。

4.1 履勘要點修訂說明

根據 2.1.6 節小結已知目前履勘要點所要求的「整體系統獨立驗證與認證報告」大致有以下問題：

1. 報告內容無關認證（Accreditation）作業。
2. 「整體系統獨立驗證與認證報告」缺乏明確作業規範。

參考表 2-1 回顧 CNS 17000 之名詞定義，以「驗證」代表 IV&V 作業最符合其功能與目的，因驗證所需的證據來源包括審查（Review）、查證（Verification）、確證（Validation）或評估（Assessment），涵蓋範圍更為彈性，且不局限於 IV&V 專業機構自行查證、確證取得證據，也可採用其他單位的查證、確證證據。故建議修訂方向有二：

1. 將「獨立驗證與認證」用詞調整為「獨立驗證」。
2. 於履勘要點第 3 條新增附件說明報告作業規範。

本節逐一說明修正內容，並整理於附錄 2。

4.1.1 修正總說明

大眾捷運系統履勘作業要點（以下簡稱本要點）前於九十九年七月二十三日公布，已為大眾捷運系統辦理初履勘之依據，惟本要點第

三條整體系統之獨立驗證與認證報告及第十二條機電系統之驗證與認證報告，其用詞與「標準法」第三條所定義之認證作業無關，且本要點中並未對報告內容作明確規範，宜予以明定，使該報告內容可充分展現本要點之精神，爰配合修正本要點相關規定，共計修正二條條文，其修正要點如次：

- 一、本要點所要求之驗證與認證報告無關標準法第三條所定義之「認證」作業，爰作文字修正，俾期明確。（修正條文第三條及第十二條）
- 二、為配合本要點第三條第七款及第十二條之規定，爰增訂第三條附件-整體系統之獨立驗證報告撰寫內容作業規範（修正條文第三條）。
- 三、為確保已奉行政院核定計畫不受本要點第三條增訂附件限制，爰修正第十二條關於已核定計畫應提送報告之說明（修正條文第十二條）。

4.1.2 修正條文對照

條文修正對照與說明整理如表 4-1。

表 4-1 大眾捷運系統履勘作業要點部分條文修正草案條文對照表

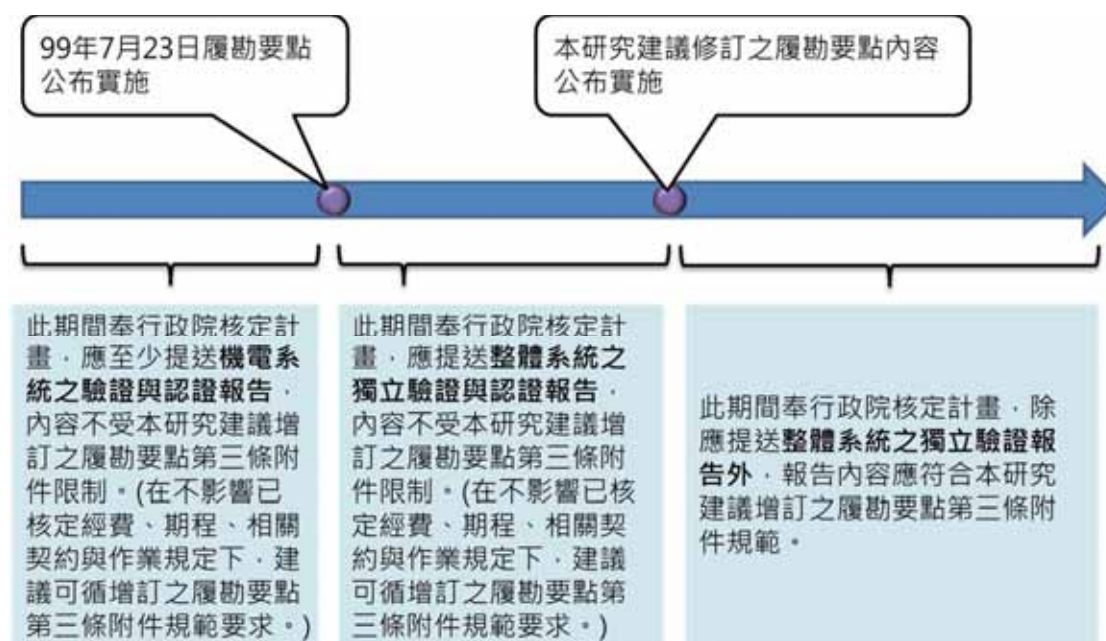
修 正 條 文	現 行 條 文	說 明
三、大眾捷運系統工程建設及營運機構依前點規定自行或報請辦理初勘前，應確認擬通車營運路段已完成下列營運要件，無營運安全之虞： （一）各項土木建築、軌道及機電工程完竣。 （二）完成系統穩定性測試報告，且至少應包括下列指標： 1.試運轉期間系統可用度，	三、大眾捷運系統工程建設及營運機構依前點規定自行或報請辦理初勘前，應確認擬通車營運路段已完成下列營運要件，無營運安全之虞： （一）各項土木建築、軌道及機電工程完竣。 （二）完成系統穩定性測試報告，且至少應包括下列指標： 1.試運轉期間系統可用度，	一、本條係依原條文修正，原第七項作文字更正，並新增附件。 二、本條第七項依「標準法」第三條定義，報告內容無關認證，爰作文字修正，俾期明確。 三、為配合本條第七款，爰增訂本條附件，明定整體系

修正條文	現行條文	說明
其計算公式＝（系統試運轉時間－系統延誤影響時間）／系統試運轉時間。前述系統延誤影響時間係指系統或列車延誤超過 90 秒之異常事件或事故。 2.平均列車妥善率，其計算公式＝平均每日尖峰可用車組數／平均每日全車隊車組數。 （三）營運必需之人員均已進駐，並完成各項營運規章及計畫之專業訓練及相關模擬演練。 （四）各項必要之土建、機電及營運相關規章、列車運行計畫已訂定完成。 （五）緊急逃生設施、安全防护措施及有關安全標示均已具備。 （六）票務系統測試正常。 （七）提出整體系統之<u>獨立驗證報告</u> <u>附件-整體系統之獨立驗證報告撰寫內容作業規範</u>	其計算公式＝（系統試運轉時間－系統延誤影響時間）／系統試運轉時間。前述系統延誤影響時間係指系統或列車延誤超過 90 秒之異常事件或事故。 2.平均列車妥善率，其計算公式＝平均每日尖峰可用車組數／平均每日全車隊車組數。 （三）營運必需之人員均已進駐，並完成各項營運規章及計畫之專業訓練及相關模擬演練。 （四）各項必要之土建、機電及營運相關規章、列車運行計畫已訂定完成。 （五）緊急逃生設施、安全防护措施及有關安全標示均已具備。 （六）票務系統測試正常。 （七）提出整體系統之獨立驗證與認證報告	統之獨立驗證報告作業規範。
十二、本要點自民國○年○月○日修正發布施行後，尚未奉行政院核定之計畫，未來初、履勘時應提出整體系統之<u>獨立驗證報告</u>。至於民國 99 年 9 月 23 日前已奉行政院核定之計畫，仍應至少提出包含機電系統之驗證與	十二、本要點修正發布施行後，尚未奉行政院核定之計畫，未來初、履勘時應提出整體系統之獨立驗證與認證報告。至於已奉行政院核定之計畫，仍應至少提出包含機電系統之驗證與認證報告。	一、本條係依原條文修正。 二、本條配合本要點第三條第七項修正內容酌作文字修正，俾期用語一致。 三、為使已奉行政

修 正 條 文	現 行 條 文	說 明
認證報告；自民國 99 年 9 月 23 日後至民國○年○月○日修正發布施行前已奉行政院核定之計畫，初、履勘時應提出整體系統之獨立驗證與認證報告。		院核定計畫不受本要點第三條修正內容限制，爰予補充說明。

資料來源：本研究整理

為避免已核定計畫無法滿足履勘要點第 3 條修正要求，第 12 條補充說明內容旨在確保已核定計畫仍依原規定辦理。若辦理機關經檢視已核定計畫相關契約規範、作業要求，在不影響原核定經費、期程下，亦建議可循增訂附件要求 IV&V 報告內容，使後續各捷運系統於初、履勘時能提供更為完備之資料，詳圖 4.1 說明。



資料來源：本研究繪製

圖 4.1 因應已核定計畫之處理方式示意圖

4.2 履勘要點第三條新增附件說明

本節首先於 4.2.1 節說明履勘要點第 3 條增訂附件之完整內容，接著於 4.2.2 節逐一說明附件內容增訂之考量。

4.2.1 附件內容總覽

- 一、本規範依據大眾捷運系統履勘作業要點（以下簡稱本要點）第三條第七項訂定。
- 二、負責執行整體系統獨立驗證作業，並出具「整體系統之獨立驗證報告」之專業機構，以下簡稱為驗證機構。
- 三、「整體系統之獨立驗證報告」內容應至少包括：
 - (一)驗證機構專業性與獨立性說明；
 - (二)驗證範圍說明；
 - (三)驗證期程說明；
 - (四)被驗證文件、行動及相應之驗證基準說明；
 - (五)驗證機構曾提出之重大觀察事項相關追蹤管理、關閉說明；
 - (六)就驗證範圍評估系統擬通車營運路段是否無營運安全之虞。
- 四、本規範未規定者，依相關法令辦理，相關法令未規定者，依交通部命令或業務推動需求辦理。

4.2.2 附件內容說明

表 4-2～表 4-5 依序說明 4.2.1 節各條文訂定緣由與考量。

表 4-2 附件第 1 條說明

附件 條文	一、本規範依據大眾捷運系統履勘作業要點（以下簡稱本要點）第三條第七項訂定。
說明	● 說明本規範乃履勘要點第 3 條「整體系統之獨立驗證報告」的撰寫內容作業規範。

資料來源：本研究整理

表 4-3 附件第 2 條說明

附件 條文	二、負責執行整體系統獨立驗證作業，並出具「整體系統之獨立驗證報告」之專業機構，以下簡稱為驗證機構。
----------	---

說明	依據標準法第 3 條，「驗證」是證明特定產品、過程或服務能符合規定要求之程序，符合履勘要點第 3 條第 7 項對「整體系統之獨立驗證報告」所期望之目的。
----	--

資料來源：本研究整理

表 4-4 附件第 3 條說明

附件 條文	三、「整體系統之獨立驗證報告」內容應至少包括： (一)驗證機構專業性與獨立性說明； (二)驗證範圍說明； (三)驗證期程說明； (四)被驗證文件、行動及相應之驗證基準說明； (五)驗證機構曾提出之重大觀察事項之追蹤管理、關閉說明； (六)就驗證範圍評估系統擬通車營運路段是否無營運安全之虞。
說明	第五章將進一步說明各項內容的作業指引。

資料來源：本研究整理

表 4-5 附件第 4 條說明

附件 條文	四、本規範未規定者，依相關法令辦理，相關法令未規定者，依交通部命令或業務推動需求辦理。
說明	統一說明附件條文未涵蓋處之處理通則。

資料來源：本研究整理

4.3 大眾捷運申審要點修訂說明

為確保 IV&V 報告內容可符合 4.2 節建議增修之「整體系統之獨立驗證報告撰寫內容作業規範」，本研究建議應提早於大眾捷運系統綜合規劃階段預作規劃，即早因應各專案特性擬定獨立驗證之執行機構資格要件、驗證項目、驗證期程、及階段報告等，故也應修訂「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」內容，本節依序說明修正總說明、修正條文對照。

4.3.1 修正總說明

大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點（以下簡稱本要點）係於一百年四月十一日訂定發布，並歷經二次修正迄今。鑒於修訂大眾捷運系統履勘作業要點第三條後新增之「整體系統之獨立驗證報告撰寫內容作業規範」作業要求，應同步於本要點第六條所規範之綜合規劃報告書內容中妥為規劃相關前置作業，以收獨立驗證成效，爰修正本要點第六條，增訂獨立驗證相關規劃作業要求。

4.3.2 修正條文對照

條文修正對照與說明整理如表 4-6。

表 4-6 大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點部分條文修正草案條文對照表

修 正 條 文	現 行 條 文	說 明
六、本計畫可行性研究報告書經核定後，地方主管機關始得辦理本計畫之綜合規劃。綜合規劃報告書內容應包含下列事項： （一）大眾捷運法第十二條所規定之規劃報告。 （二）可行性研究核定內容說明。 （三）社經發展現況與預測、交通運輸系統現況與未來重大交通計畫、及本計畫路線功能定位。 （四）路線方案檢討及調整。 （五）運輸需求預測分析，包含運量預測分析、旅次移轉、運量密度分析。	六、本計畫可行性研究報告書經核定後，地方主管機關始得辦理本計畫之綜合規劃。綜合規劃報告書內容應包含下列事項： （一）大眾捷運法第十二條所規定之規劃報告。 （二）可行性研究核定內容說明。 （三）社經發展現況與預測、交通運輸系統現況與未來重大交通計畫、及本計畫路線功能定位。 （四）路線方案檢討及調整。 （五）運輸需求預測分析，包含運量預測分析、旅次移轉、運量密度分析。	一、本條新增第十五項。 二、為因應大眾捷運系統履勘作業要點第三條修訂後新增之「整體系統之獨立驗證報告撰寫內容作業規範」作業要求，爰配合新增第十五項獨立驗證作業規劃。 三、原第十五、十六、十七項遞移並酌作文字修正。

修 正 條 文	現 行 條 文	說 明
(六) 路線及車站規劃，包含路線、車站平縱面規劃、車站與各運具間之轉乘整合規劃（含票證整合），均需提供 1／1,000 比例尺圖說。 (七) 工程標準及技術可行性，包含系統型式、系統技術分析、工程可行性分析，與相關界面機關協調取得共識之相關文件。 (八) 土地取得評估及土地開發，包含土地取得方式評估及與地方民意溝通協調情形、土地開發計畫，以及土地取得及開發所需進行之都市計畫變更內容、大眾運輸導向之車站及沿線土地使用檢討構想。 (九) 營運規劃及機廠規劃，包含與其他捷運路線間之整合運用規劃。 (十) 興建優先次序，包含興建期程、成本及效益分析等。 (十一) 經濟效益及財務評估： 1. 成本估算，包含建造、營運維修、資產設備汰換及重置成本估算。 2. 經濟效益評估。 3. 財務效益評估，包含票	(六) 路線及車站規劃，包含路線、車站平縱面規劃、車站與各運具間之轉乘整合規劃（含票證整合），均需提供 1／1,000 比例尺圖說。 (七) 工程標準及技術可行性，包含系統型式、系統技術分析、工程可行性分析，與相關界面機關協調取得共識之相關文件。 (八) 土地取得評估及土地開發，包含土地取得方式評估及與地方民意溝通協調情形、土地開發計畫，以及土地取得及開發所需進行之都市計畫變更內容、大眾運輸導向之車站及沿線土地使用檢討構想。 (九) 營運規劃及機廠規劃，包含與其他捷運路線間之整合運用規劃。 (十) 興建優先次序，包含興建期程、成本及效益分析等。 (十一) 經濟效益及財務評估： 1. 成本估算，包含建造、營運維修、資產設備汰換及重置成本估算。 2. 經濟效益評估。 3. 財務效益評估，包含票箱	

修 正 條 文	現 行 條 文	說 明
箱收入、附屬事業收入、土地開發及其他可挹注本計畫之外部效益、自償率、中央與地方政府分擔經費。 4.經費增加之責任分擔，與可行性研究估算經費差異原因及責任歸屬，如屬地方需求可控制因素，所增經費由地方政府全額負擔。另修正計畫與綜合規劃估算經費差異者，亦同。 5.新增（含延伸）路線加入對營運機構之整體捷運路網（含已通車及已核定路線）營運財務效益評估（不含土地開發及其他外部效益），包含邊際收益、邊際成本、運量密度變化、營運損益平衡點變化等評估。 6.財源籌措計畫及財務策略，包含成立基金（得比照「自償性公共建設預算制度實施方案」辦理）或專戶之經費來源、運用及用途，計畫執行期間，地方債務舉借情形及自籌財源能力分析。 7.民間參與方式規劃。 8.營運永續規劃。 （十二）計畫影響分析：	收入、附屬事業收入、土地開發及其他可挹注本計畫之外部效益、自償率、中央與地方政府分擔經費。 4.經費增加之責任分擔，與可行性研究估算經費差異原因及責任歸屬，如屬地方需求可控制因素，所增經費由地方政府全額負擔。另修正計畫與綜合規劃估算經費差異者，亦同。 5.新增（含延伸）路線加入對營運機構之整體捷運路網（含已通車及已核定路線）營運財務效益評估（不含土地開發及其他外部效益），包含邊際收益、邊際成本、運量密度變化、營運損益平衡點變化等評估。 6.財源籌措計畫及財務策略，包含成立基金（得比照「自償性公共建設預算制度實施方案」辦理）或專戶之經費來源、運用及用途，計畫執行期間，地方債務舉借情形及自籌財源能力分析。 7.民間參與方式規劃。 8.營運永續規劃。 （十二）計畫影響分析：	

修 正 條 文	現 行 條 文	說 明
包含交通衝擊分析及改善方案、環境影響說明或評估、召開公聽會經過及徵求意見處理結果，以及替代方案評估及優劣分析。 (十三) 公共運輸系統整合計畫執行情形及成效檢討。 (十四) 全生命週期之風險管理，包含風險項目或情境評估、敏感度分析、風險分布、影響程度評估、風險處理計畫、風險圖像矩陣及預估殘餘風險說明等。 <u>(十五) 獨立驗證作業規劃，包含獨立驗證之執行機構資格要件、驗證項目、驗證期程、階段報告規劃等。</u> <u>(十六) 地方政府承諾事項，包含運量培養措施執行情形、績效指標成效檢視（含可行性研究所提短期績效指標）及後續改善措施與進程規劃、工程建設機構成立及執行能量分析、確定營運機構、自負盈虧、優惠措施、地方政府負擔之經費額度、地方議會同意成立本計畫基金之相關文件、成立捷運基金或專戶並依財務計畫提</u>	包含交通衝擊分析及改善方案、環境影響說明或評估、召開公聽會經過及徵求意見處理結果，以及替代方案評估及優劣分析。 (十三) 公共運輸系統整合計畫執行情形及成效檢討。 (十四) 全生命週期之風險管理，包含風險項目或情境評估、敏感度分析、風險分布、影響程度評估、風險處理計畫、風險圖像矩陣及預估殘餘風險說明等。 (十五) 地方政府承諾事項，包含運量培養措施執行情形、績效指標成效檢視（含可行性研究所提短期績效指標）及後續改善措施與進程規劃、工程建設機構成立及執行能量分析、確定營運機構、自負盈虧、優惠措施、地方政府負擔之經費額度、地方議會同意成立本計畫基金之相關文件、成立捷運基金或專戶並依財務計畫提撥一定經費至該基金或專戶內、未來票收比及進程規劃等。 (十六) 其他，包含計畫績效指標、衡量標準、目	

修 正 條 文	現 行 條 文	說 明
撥一定經費至該基金或專戶內、未來票收比及進程規劃等。 <u>(十七)</u> 其他，包含計畫績效指標、衡量標準、目標值。 <u>(十八)</u> 依據報告書內容填具附件二「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫檢核評估表」。 地方政府辦理前項綜合規劃作業程序，必要時可循都市計畫法相關法令規定辦理禁限建之公告前置作業。 地方主管機關推動個案計畫綜合規劃時，應配合成立推動小組，整合有關地方政府跨局處（含交通、都計、財政、工務）等業務，並由地方主管機關副首長以上層級擔任召集人，其所完成之綜合規劃報告書應經推動小組審核同意後，始得陳報交通部核轉行政院核定。	標值。 (十七) 依據報告書內容填具附件二「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫檢核評估表」。 地方政府辦理前項綜合規劃作業程序，必要時可循都市計畫法相關法令規定辦理禁限建之公告前置作業。 地方主管機關推動個案計畫綜合規劃時，應配合成立推動小組，整合有關地方政府跨局處（含交通、都計、財政、工務）等業務，並由地方主管機關副首長以上層級擔任召集人，其所完成之綜合規劃報告書應經推動小組審核同意後，始得陳報交通部核轉行政院核定。	

4.4 小結

本節總結說明本研究建議修訂履勘要點第3條及大眾捷運申審要點第6條的緣由與概念，並於本報告第五章說明相關作業指引，供未來國內各機關辦理IV&V業務時參考。整體來說，條文修訂有以下幾點考量：

1. 發揮實際效益

導入 IV&V 機制是否具有效益一直是國內鐵道業界質疑的問題，本研究回顧國內外專案、機制後發現專業性與獨立性（公正性）是 IV&V 的兩大要件，妥善規劃 IV&V 報告定位與作業範圍也是發揮其效益的關鍵，故本章建議新增的履勘要點第 3 條附件有以下精神：

- (1) 明定最終出具的整體系統之獨立驗證報告內容（附件第 3 條）。
- (2) 要求驗證機構應說明專業性與獨立性（附件第 3 條第 1 項）。
- (3) 要求驗證機構應說明驗證期程、驗證範圍（附件第 3 條第 2 項、第 3 項）。
- (4) 要求須有驗證基準（附件第 3 條第 4 項）。
- (5) 要求重大觀察事項應於報告中說明，供初、履勘委員了解（附件第 3 條第 5 項）。
- (6) 就其驗證範圍，將確保營運安全無虞作為報告之目的（附件第 3 條第 6 項）。

2. 考量可操作性與彈性

兼顧中央、地方各辦理機關不同作業方式，並考量實務單位的可操作性，是本研究研擬履勘要點第 3 條附件並建議修訂大眾捷運申審要點第 6 條的另一重要考量，主要精神如下：

- (1) 以驗證機構須說明專業性與獨立性作為報告內容的基本要求，能最大限度涵蓋不同辦理機關過去已執行與未來可能的運作方式（履勘要點第 3 條附件第 3 條第 1 項修訂內容、大眾捷運申審要點第 6 條第 15 項修訂內容），第 5.1.1 節將進一步說明。
- (2) 驗證期程、範圍等納入報告內容的基本要求，但不硬性規定確切期程與範圍，主要保留辦理機關可因應專案經費、期程、特性之差異後彈性處理，第 5.1.2、5.1.3 節將進一步說明作業指引供辦理機關於綜合規劃階段時參考（履勘要點第 3 條

附件第 3 條第 2、3 項修訂內容、大眾捷運申審要點第 6 條第 15 項修訂內容)。

- (3) 避免已執行、已核定計畫無法遵照辦理，訂有排除條款(履勘要點第 12 條修訂內容)。

3. 培植國內技術

國內鐵道業界常詬病的另一議題是長久以來僅國外廠商具有 IV&V 實績經驗，當辦理機關普遍以實績作為廠商資格時，代表國內廠商無法參與，遑論培植驗證經驗與人才，故本研究於前述作業規範中納入以下精神：

- (1) 本研究經回顧國內外專案與標準後，建議以 ISO/PAS 17001 中的「公正性」要求來規範 IV&V 中的「獨立」，亦即只要辦理機關能確保驗證機構與驗證活動無利益衝突或已迴避利益衝突，則滿足「獨立」要求，事實上無論美國對 PMO 執行單位的要求、歐盟對 ISA 執行單位的要求都是如此，故規範中要求報告中應說明驗證機構之獨立性，以利初、履勘委員了解，也兼顧辦理機關成立專責部門執行驗證作業之可能。(履勘要點第 3 條附件第 3 條第 1 項修訂內容)。
- (2) 短期來看，本規範可立即供辦理機關依循，例如自行於 IV&V 投標資格內訂定適當專業性與獨立性需求；長期來看，參考表 3-1 之比較，也已考量未來國內機制可發展空間，無論是要比照歐盟 ISA 透過認證機制來認證驗證機構，或仿效美國 SSC 機制成立專責單位，抑或參考澳洲 AEO 制度，由多家取得認證資格的機構互相擔任第二層安全驗證的方式等，都可滿足規範之要求(履勘要點第 3 條附件第 3 條修訂內容)。

4. 儘早規劃

欲發揮獨立驗證功效、確保驗證報告可佐證無營運安全之虞，須於辦理獨立驗證作業前妥為規劃，因應不同系統規模、技術難度、營運安全風險分析結果等，並考量辦理機關預計採行的專案推動模式(統

包或分包、不同專案組織架構等），規劃可確保驗證機構專業性與獨立性的作業方式，以及預計要讓驗證機構辦理驗證的項目、期程、應出具的階段報告等。考量大眾捷運系統預計採行的系統型式、工程標準、營運安全分析等，相較於可行性研究階段來說，於綜合規劃階段可較明朗，且可整合入現行審議程序，故本研究亦建議修訂大眾捷運申審要點第 6 條關於綜合規劃報告書的相關規定，增訂第 15 項，將獨立驗證作業納入綜合規劃報告書應說明的項目之一。

第五章 辦理機關規劃作業與 報告撰寫內容指引

依履勘要點要求，整體系統之獨立驗證報告為通車前應提送初、履勘委員資料之一，第四章之建議修訂條文已說明綜合規劃階段應預先辦理之作業，以及最終報告撰寫內容作業規範，惟其中有諸多細節因考量實務作業彈性，未硬性納入法規要求，改於本章作業指引中說明，須特別說明本章指引內容並未納入「履勘要點」及「大眾捷運申審要點」之強制規定，目的在提供辦理機關¹實務作業時參考，以便具體了解第四章法規修訂之目的。

5.1 辦理機關綜合規劃作業指引

第四章建議大眾捷運申審要點第 6 條應新增第 15 項：「獨立驗證作業規劃，包含獨立驗證之執行機構資格要件、驗證項目、驗證期程、階段報告規劃等」。本節說明辦理機關如何預為規劃，包括探討獨立驗證專業機構之資格、驗證範圍、驗證期程與階段報告等，以利後續透過合約或管理機制落實。

5.1.1 執行機構資格要件

3.4 節已說明專業性與獨立性為獨立驗證機構的資格要件，就專業度而言，在短期國內尚無明確機制下，建議應就計畫牽涉專業規劃適宜專業人員，可參考以下範例，並視專案複雜度、是否牽涉特定技術來調整：

1. 專案經理或主持人應有大眾捷運系統完工通車經驗，且熟悉獨立安全評估機制（ISA）、IV&V 或符合性評鑑的作業方法。

¹本章所指「辦理機關」為負責管理驗證機構之政府機關或營運機構。

2. IV&V 團隊內應有一定資歷的關鍵子系統專家，熟悉該子系統的設計、製造、施工、安裝、測試等作業。
3. IV&V 團隊內應有安全風險評估專家，熟悉系統保證、安全風險評估作業。
4. IV&V 團隊內應有營運維修專家，以利於通車前各生命週期階段預先考量通車後的營運維修問題。

在獨立性（公正性）部分，除了建議參考 2.1 節 ISO/IEC 17020 對公正性的要求外（無利益衝突），本研究建議規劃時應保留國內各辦理機關的可操作性，圖 5.1～圖 5.3 為辦理機關可規劃的作業方式。其中，興建與營運單位、設計查核與監造工程師負責提供功能、品質、可用度等證明，供獨立驗證專業機構參考，作為其評估整體系統是否安全無虞可通車的參考資料。各方式說明如下：

1. 方式一

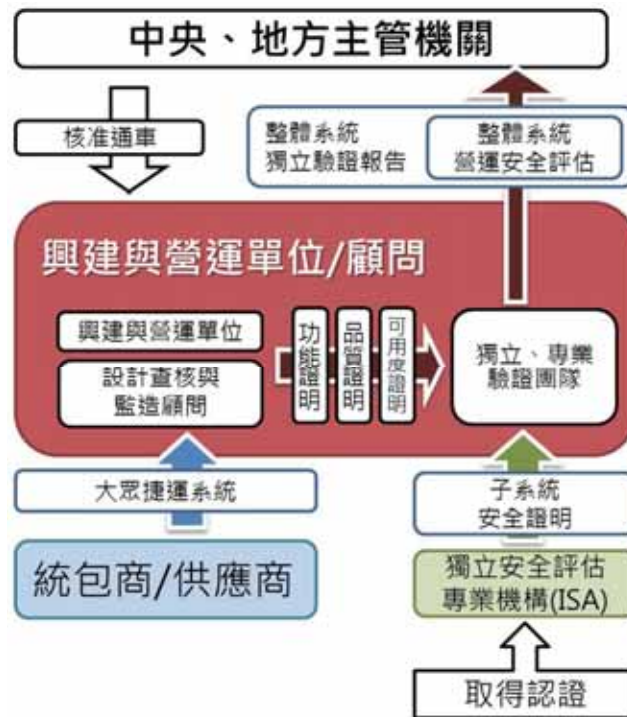
於興建、營運及顧問團隊內成立一專業、獨立團隊來執行驗證工作，負責出具整體系統之獨立驗證報告，其中部分安全證明來自於循 EN 50126/8/9 及國際上普遍採用之獨立安全評估機制（ISA），以利與國際接軌。

2. 方式二

由興建、營運及顧問團隊聘請一外部單位來執行驗證工作，負責出具整體系統之獨立驗證報告，其中部分安全證據來自於循 EN 50126/8/9 及國際上普遍採用之獨立安全評估機制（ISA），以利與國際接軌。

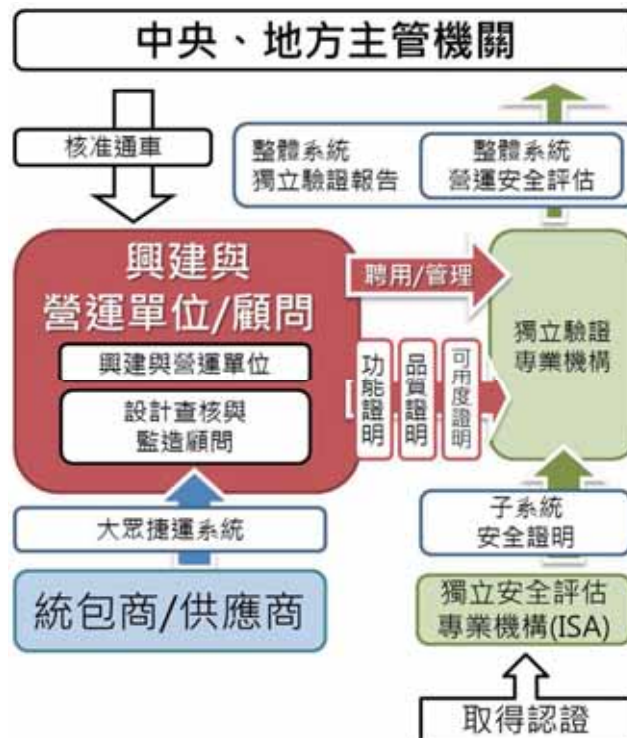
3. 方式三

由政府成立一專責機構統籌執行驗證工作，負責出具整體系統之獨立驗證報告，其中部分安全證據同樣來自於循 EN 50126/8/9 及國際上普遍採用之獨立安全評估機制（ISA），以利與國際接軌。



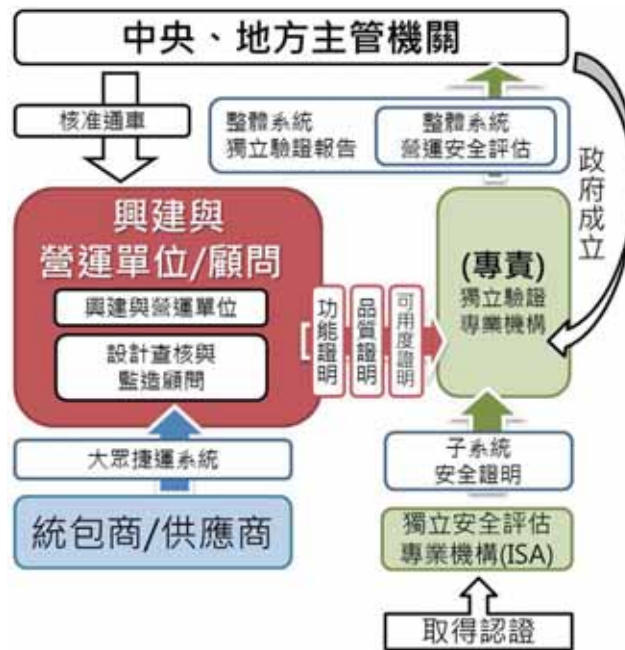
資料來源：本研究繪製

圖 5.1 內部成立獨立團隊執行獨立驗證（方式一）



資料來源：本研究繪製

圖 5.2 外部聘請獨立機構執行獨立驗證（方式二）



資料來源：本研究繪製

圖 5.3 政府成立專責機構執行獨立驗證（方式三）

另關於 ISA 聘用方式，可採用的作法與分析整理如表 5-1，辦理機關可因應本身組織架構、計畫特性規畫適用的方式。

表 5-1 ISA 聘用方式分析

	機關、政府部門聘用	由統包廠商、供應商聘用
優點	- 可直接規範 ISA 職責、評估範圍，相較於廠商聘用更具獨立性。 - 若採圖 5.2 方式二方式，亦可直接將 ISA 工作交由 IV&V 專業機構。	- 國際上車輛、號誌廠商普遍有長期合作之 ISA，讓廠商自聘可減少磨合、避免無互信基礎。 - 政府部門、辦理機關可精簡管理 ISA 人力，只須管理 IV&V。

	機關、政府部門聘用	由統包廠商、供應商聘用
挑戰	● 政府部門、辦理機關須熟悉 ISA 作業流程，方能有效管理 ISA 作業。 ● ISA 須深入參與廠商的設計、測試，若於系統商進場前先聘 ISA，不易編列所需經費。 ● 系統廠商與 ISA 恐因互信不足而影響安全評估成效。	● 政府部門、辦理機關無法清楚掌控廠商與 ISA 簽訂的工作範圍。 ● 廠商可能聘用不夠獨立、不夠專業的 ISA。 ● ISA 與 IV&V 的作業可能重疊、浪費資源。
因應	● 後續須制定明確的 ISA 招標規範。 ● 於系統商進場後方聘用 ISA 以明確所需經費。 ● 須要求後續與系統商合約中應明訂配合 ISA 條款。 ● 政府部門、辦理機關應具備管理 ISA 專業。 ● 若採圖 5.1 方式一，應釐清 ISA 及 IV&V 工作範疇分界。	● 應視計畫特性規劃 ISA 聘用資格、聘用需求，以及廠商應提供的資料，例如 ISA 機構資格、人員資歷等，呈報辦理機關同意後方可聘用。 ● 規劃時應避免 ISA 與 IV&V 因職責不清影響整體系統驗證目的，亦即 IV&V 雖不重複驗證 ISA 已驗證部分，但須在 ISA 基礎上驗證整體系統營運安全。

資料來源：本研究整理

5.1.2 驗證範圍

參考美國 SSC 手冊^[15]建議應辦理驗證的項目，並考量近年鐵道技術發展、我國鐵道建設經驗，將 IV&V 專業機構應驗證與營運安全相關的整體系統範圍歸納為「系統機電」、「土建、軌道、水環與設施機電」、「程序與訓練」、「其他關鍵議題」4 類，細部內容詳表 5-2，辦理機關可依計畫特性、經費等，規劃適用項目納入 IV&V 驗證範疇。

表 5-2 IV&V 驗證項目建議

系統機電			
車輛 (電聯車)	● 車體結構 ● 聯結器 ● 車門、車門控制 ● 懸吊系統 (轉向架) ● 動力系統 ● 煞車系統 ● 手動駕駛與列車控制 (操作室與控制器) ● 車載通訊 ● 照明 ● 空調、通風 ● 防火、阻燃、發煙 ● 移動式升降設備 (若有) ● 牽引動力電池 (若有)	號誌 (行車控制)	● 連鎖電路與設備 ● 主線控制與指示 (含 ATC) ● 平交道告警設備 ● 機廠、主線交界 ● 軌道/輕軌號誌 ● 號誌指示 ● 列車防護 (ATP) ● 月臺門 ● 軟體 ● 保安、防駭客系統 ● 道路交通控制器與介面 (若有)
通訊	● 電話系統 (無線電) ● 行控中心 ● 軟體 ● 遠端監控與控制 (含 CCTV) ● 與消防、外部單位的通訊 ● 保安、防駭客系統 ● 防火系統 ● 大眾廣播系統 (含消防廣播)	電力 (牽引供電)	● 護殼 (enclosures) ● 牽引動力變電站 ● 高壓開關 ● 交流直流轉換 ● 直流開關 ● 電池與相關配件 ● 架空接觸線、第三軌 ● 雜散電流防護 ● 電力遙控 (含緊急斷電系統)

土建、軌道、水環與設施機電			
軌道 與 結構	● 路權（包絡線） ● 軌道工程 ● 橋梁 ● 平交道 ● 地下段、高架段 ● 柵欄與告警 ● 逃生步道 ● 環境偵測監控	機廠與 調車場	● 電力安全防護 ● 車輛移動規定 ● 軌道與維修機具 ● 建物 ● 防火系統 ● 升降設備、電梯 ● 佇車區 ● 測試軌 ● 備品(料)
車站 與 駐車 區	● 月台設施 ● 站務設施 ● 票務系統 ● 驗票閘門 ● 無障礙設施 ● 電梯、電扶梯 ● 照明 ● 電力系統接地 ● 消防及安全設施 ● 車站防火排煙 ● 環境偵測監控 ● 車站空間、動線及標誌	地下 隧道段	● 隧道通風 ● 緊急照明
程序與訓練			
測試 計畫	● 允收測試 ● 整合測試 ● 試運轉測試 ● 系統穩定性測試		

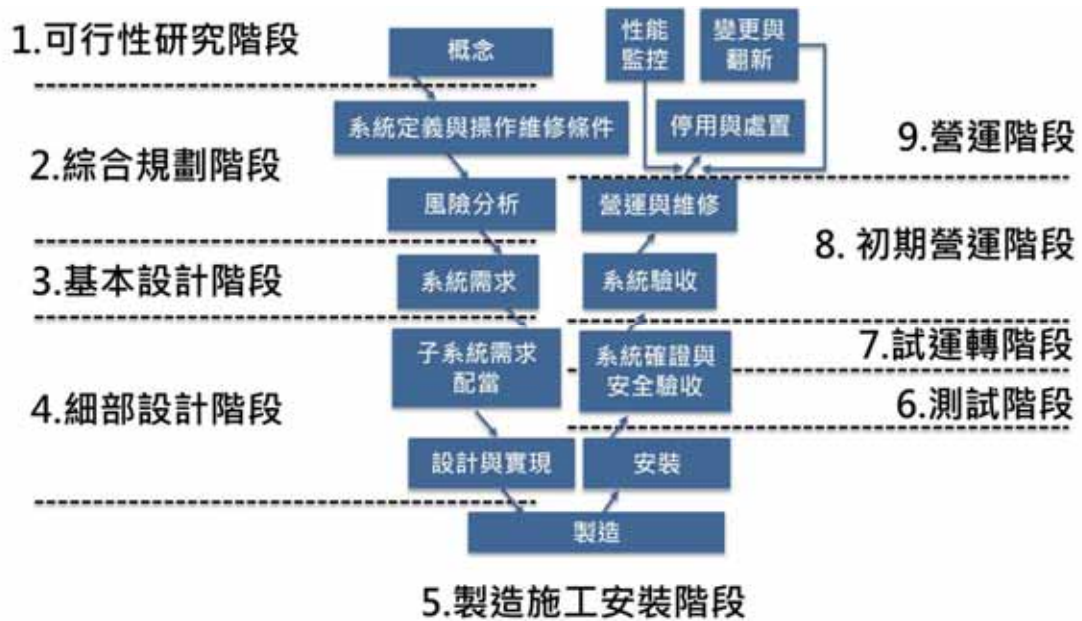
營運 與 維修 行動	● 機構組織與人力配置 ● 標準營運程序 ● 降級營運程序 ● 緊急營運程序 ● 定期維修程序 ● 不定期維修程序 ● 營運中斷之交通緊急應變計畫、接駁運具轉乘計畫 ● 手冊與規章 ● 訓練與核可證（若有） ● 營運模擬演練
其他營運安全關鍵議題	
RAMS	
人因工程（車輛駕駛室、行控中心）	
電磁相容（Electromagnetic Compatibility，以下簡稱 EMC）	
噪音與震動	
防蝕、防洪	

資料來源：[15]與本研究研擬

辦理機關於規劃作業時，可透過系統工程中的初步危害分析（Preliminary Hazard Analysis, PHA）^[36]、安全完整性等級（Safety Integrity Level, SIL）分析方法^[16]，辨識安全關鍵項目與關鍵安全功能，或參考原已被要求在大眾捷運申審要點第 14 項：「全生命週期之風險管理，包含風險項目或情境評估、敏感度分析、風險分布、影響程度評估、風險處理計畫、風險圖像矩陣及預估殘餘風險說明等。」之作業成果，辨識影響營運安全的關鍵安全項目，作為獨立驗證的範圍。

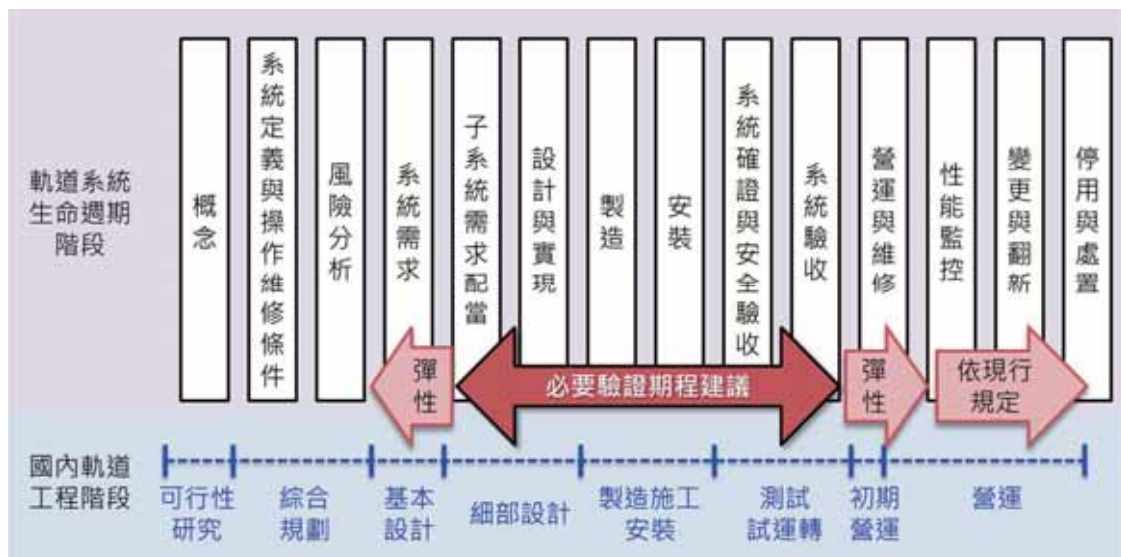
5.1.3 驗證期程

圖 5.4 將鐵道系統生命週期階段依國內鐵道工程實務區分，並建議如圖 5.5 所示，於規劃 IV&V 的執行期程時，至少涵蓋細部設計直到試運轉，並視需要彈性提前或延後，主要考量說明如下：



資料來源：[7]與本研究繪製

圖 5.4 鐵道系統生命週期



資料來源：本研究繪製

圖 5.5 IV&V 期程範圍建議

1. 發揮 IV&V 之效益

於設計階段導入 IV&V 最主要的目的是盡早發現問題，避免在計畫後期才進行導正所需付出的龐大時間與金錢成本，例如美國 SSC 在最終設計前即須驗證設計準則、安全與保安需求的符合性。

2. 實務單位可操作性

本研究透過座談會、專家訪談瞭解各執行機關現行作業後發現，部分辦理機關從細部設計方接手專案，部分專案則正在進行綜合規劃或基本設計，且預計於細部設計方導入 IV&V，故建議後續辦理機關可至少以細部設計作為 IV&V 的起始期程，一來與各機關現行做法一致，再則有較多案例可供參考。

3. 彈性延長設計

(1) 提前自基本設計開始

承前點說明，部分辦理機關同時負責基本設計與後續工程，此時建議可考量於基本設計即導入 IV&V，主要是後續廠商交付的系統以招標需求為依據，而招標需求在基本設計時會定案，在定案前透過 IV&V 機制來驗證招標需求，驗證業主需求中的營運安全需求是否符合安全目標，可避免後續驗證過程中發現合約問題可能衍生的風險。

(2) 延後至初期營運結束

3.2、3.5 節已說明 IV&V 的重點工作應是確認整體系統整合後是否營運安全無虞，此與營運維修作業是否滿足安全需求息息相關，且許多安全危害最後的殘餘風險都需要靠營運維修程序來控管，故可考量在初履勘後、正式商轉初期，持續透過 IV&V 機制評估營運單位的各項緊急、降級、異常處理作業，確保安全危害分析所規劃應採取的營運控制措施已被充分、正確地移轉給營運單位並被執行。

4. 營運階段驗證依現行規定

國內目前已透過「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」中相關規定來確保營運階段的安全水準，短期建議依現行作業方式，惟考量近年國際上逐步將安全管理系統（Safety Management System，以下簡稱 SMS）導入鐵道監理機制^[36]，故建議後續可於相關辦法中導入 SMS 精神。

5.1.4 階段報告規劃

經回顧國內過去各專案 IV&V 經費後，了解國內於鐵道運輸系統 IV&V 經費的接受範圍約佔總經費 1~2%，本研究在此前提下規劃表 5-3，說明辦理機關可規劃 IV&V 專業機構應於各階段提送、更新的階段性報告，規劃時可考量計畫經費與期程，除了初、履勘前必須提送的「整體系統之獨立驗證報告」外，彈性納入其他報告要求，5.2 節逐一說明各報告內容供參。

表 5-3 建議可考量 IV&V 應出具的階段性報告規劃

階段 報告	新建系統					
	基本設計	細部設計 ^註	製造施工安裝	測試	試運轉	初期營運
1. 執行計畫書	○	○	○	○	○	○
2. 定期觀察報告	○	○	○	○	○	○
3. 不定期觀察報告	○	○	○	○	○	○
4. 階段性總結報告	○	○	○	○	○	○
5. 整體系統之獨立驗證報告					●	
6. 其他關鍵議題驗證報告	○	○	○	○	○	○

資料來源：本研究研擬

●：表示「必要」報告。

○：表示「選擇性」報告。

註：涵蓋至最終設計

5.2 驗證報告撰寫內容指引

第四章提出之履勘要點增訂附件中，第3條已說明「整體系統之獨立驗證報告」應涵蓋內容，惟參考美國 SSC 機制、國外 ISA 專案及國內 IV&V 專案經驗，可發現除了此份報告外，驗證機構配合鐵道運輸系統生命週期所出具的階段性報告亦相當重要，可即時提出不符合項目讓專案團隊及早因應，減少對計畫經費與期程的衝擊，此為建議將階段報告項目納入 5.1.4 節規劃作業的主因。

考量辦理機關實務作業需要，本節補充各階段性報告與最終整體系統獨立驗證報告的撰寫內容指引，供辦理機關規劃、管理獨立驗證專業機構的產出報告時能鎖定重點並具體要求，藉以提升獨立驗證價值並發揮實質功效。須特別說明本節所述報告撰寫指引並未硬性納入「履勘要點」及「大眾捷運申審要點」規定，辦理機關可參考指引內容，考量計畫特性、規模、期程與經費等，透過合約或管理機制納入驗證作業要求。

1. 執行計畫書

(1) 報告目的

應說明整體作業規劃，包括各項驗證的依據、標準、範圍、方法與流程等，並說明品質管理規劃、稽核與會議規劃、人員組織與資歷、各項報告的提送次數與時程規劃、獨立性說明等，另依計畫需求可補充說明人力應用規劃、估驗計價時程與依據等。

(2) 內容

- 依據與基準：應說明驗證依據的文件、標準。
- 驗證範圍：應列出預計驗證的文件與行動等，並說明驗證方法，過程中所需的證據、預期取得的來源等，提供如表 5-4 之資訊。

表 5-4 執行計畫書-驗證範圍表格

編號	文件或行動名稱	驗證方法	證據來源規劃
		註 1	註 2

註 1：驗證方法可以是文件審查、評估、稽核、現地見證、技術會議、查證、確證等。

註 2：說明直接透過審查、稽核、查證與確證行動取得，或從其他關聯單位處取得。

資料來源：本研究整理

- 方法與流程：應說明驗證的方法與流程，尤其相關意見開立、追蹤、關閉之程序，並提供如表 5-5 資訊。

表 5-5 執行計畫書-評估意見表格

編號	意見開立日期	意見說明	相關文件與行動	依據基準	意見等級	意見狀態	關閉證據	關閉日期
				註 1	註 2	註 3		

註 1：開立意見所依據的準則，可以是標準、規範、業主需求、類似系統經驗等。

註 2：應依據對營運安全的影響程度區分意見等級。

註 3：應說明意見是否已關閉。

資料來源：本研究整理

- 稽核與會議：應規劃預計執行之稽核與會議，提供資訊如表 5-6。

表 5-6 執行計畫書-稽核與會議表格

編號	稽核或會議名稱	預定日期	地點	參與或受稽核單位	會議或稽核目的與說明

資料來源：本研究整理

- 提送時程：應說明預計提送的報告規劃，並提供表 5-7 所需資訊。

表 5-7 執行計畫書-提送時程表格

編號	報告名稱	預定提送日期或時間點	報告目的與說明
		註	

註：除了日期，也可以是相對期限內，例如系統完成整合測試後 60 天。

資料來源：本研究整理

- 人員組織與資歷：應說明驗證機構的整體人員組織，並提供如表 5-8 之人員資歷資訊。

表 5-8 執行計畫書-人員資歷表格

姓名	曾參與計畫名稱	計畫類型	參與期程	曾擔任職務	參與工作概要說明
		註			

註：應說明該計畫之類型，包括承包商顧問、設計查核單位、監造單位、ISA、IV&V 或其他（應補充說明）

資料來源：本研究整理

- 獨立性說明：應說明驗證機構如何確保驗證的獨立與公正性，例如於專案過程中確保評估人員不涉入與計畫設計、製造、施工、安裝、測試、營運維修相關的產品與服務，應提供如表 5-9 表單，並要求評估人員簽立切結聲明。切結內容可參考 ISO/IEC 17020 要求，可能影響人員獨立性的作為都應避免，包括應釐清與驗證項目相關設計、製造、供應、安裝、採購、擁有、使用或維護機構之關係，人員選派、符合性判斷成果、薪酬等不會因此受到影響等。

表 5-9 執行計畫書-人員獨立性表格

職稱	姓名	驗證範疇	是否為外聘人員	現職	獨立性說明
		註 1	註 2	註 3	註 4

註 1：說明該人員負責驗證的範疇，例如車輛、號誌、營運安全等。

註 2：說明是否為驗證機構聘僱人員，或為外聘僱問。

註 3：說明該人員現職。

註 4：說明該人員是否不涉入與計畫設計、製造、施工、安裝、測試、營運維修相關的產品與服務，若任職單位涉及相關產品與服務，則應確保該人員未涉入專案。

資料來源：本研究整理

2. 定期/不定期觀察報告

(1) 報告目的

定期或不定期追蹤、檢視執行單位針對計畫各項文件、行動所開立的意見，定期報告可以是月報或季報，不定期報告可以是稽核、現地見證後之報告。

(2) 內容

應說明該期間開具的意見及先前尚未關閉意見的追蹤情形，提供表 5-10 所需之資訊。

表 5-10 定期/不定期觀察報告-評估意見表格

編號	意見開立日期	意見說明	相關文件與行動	依據基準	意見等級	意見狀態	關閉證據	關閉日期
			註 1	註 2	註 3	註 4	註 5	

註 1：與本意見相關的文件或行動，例如報告編號與名稱、稽核或現地見證日期與名稱。

註 2：開立意見所依據的準則，可以是標準、規範、業主需求、類似系統經驗等。

註 3：應依據對營運安全的影響程度區分意見等級。

註 4：應說明意見是否已關閉。

註 5：應提供意見可關閉的充分證據，例如文件編號與名稱、公文編號、技術會議日期與會議紀錄等，並註記概要內容。

3. 階段性總結報告

(1) 報告目的

此為綜整性的報告，為驗證機構的作業里程碑，可確保出具意見已被妥善、即時地追蹤處理，辦理機關可考量以此報告作為專案能否步入下一階段的參考依據。

(2) 內容

依據各階段作業說明該階段之整體驗證結論，所有屬於該階段可關閉的評估意見應於階段性總結報告提出前關閉並說明關閉理由，確保計畫可順利發展至下一階段，其中，建議導入國際上慣用的 ISA 機制，將 ISA 意見是否關閉列為階段報告之重點，

針對無法關閉的意見應綜整於階段性總結報告，並說明預計取得證據的方法與時間點以利後續追蹤，應提供表 5-11 資訊。

表 5-11 階段性總結報告-不符合項目追蹤表

編號	不符合說明	出處	依據	預計重新驗證時間點	驗證方法
		註 1	註 1	註 2	註 3

註 1：說明此不符合項出處的文件或行動，以及該文件或行動所載明的依據。

註 2：除了日期，也可以是相對期限內，例如系統完成整合測試後 60 天。

註 3：驗證方法可以是文件審查、評估、稽核、現地見證、技術會議、查證、確證等。

4. 整體系統之獨立驗證報告

(1) 報告目的

此為綜整性的報告，為驗證機構的最終成果報告，亦為履勘要點明文要求應提出之報告，應確保各項出具意見已有充分證據可關閉，並評估系統擬通車營運路段無營運安全之虞，內容應至少包括 4.2.1 節所建議增訂規範第 3 條之要求。

(2) 內容

根據 4.2.1 節所建議增訂規範第 3 條，應涵蓋內容說明整理如下：

- 驗證機構專業性與獨立性說明：說明驗證機構於專案組織中的定位，驗證人員的專業性與獨立性，可參考表 5-8、表 5-9 的說明方式。
- 驗證範圍說明：說明獨立驗證範圍，可參考表 5-4 的說明方式。
- 驗證期程說明：說明驗證期程，可參考表 5-6、表 5-7 的說明方式。
- 被驗證文件、行動及相應之驗證基準說明：說明驗證採用的基準，例如 3.3.2 節舉例說明的幾種基準，以及如

何將基準導入觀察意見，例如表 5-5 的觀察意見呈現方式。

- 驗證機構曾提出之重大觀察事項相關追蹤管理、關閉說明：目的在讓初、履勘委員能了解該系統發展過程中曾出現過的關鍵問題，可參考表 5-5 的呈現方式。
- 就驗證範圍評估系統擬通車營運路段是否無營運安全之虞：基於前述驗證範圍、期程、被驗證文件與意見關閉狀態，IV&V 專業機構應憑藉其專業說明系統是否可安全無虞通車，報告提出當下尚未完成之測試、尚未關閉之意見應詳加說明，供初、履勘委員參考。

5.3 小結

第四章所提履勘要點第 3 條增訂附件，其中第 3 條第 6 項要求報告內容應評估系統擬通車營運路段是否無營運安全之虞，此乃整體系統獨立驗證報告之主要目的，也是初、履勘委員在辦理初、履勘作業時最需要的資訊，惟考量不同機關、不同計畫因內、外在條件不同，宜因地制宜制定能達到此目的之 IV&V 作業要求。因此，本研究建議辦理機關可參考本章 5.1 節之作業指引，於綜合規劃階段預先規劃 IV&V 作業要求，包括驗證機構資格要件（確保專業性與獨立性）、驗證範圍、期程、階段性報告內容等，並於 5.2 節說明各項階段報告及最終報告應揭載的資訊內容，辦理機關可進一步在合約或執行計畫中規範、管理驗證機構的觀察意見、評估報告，確保 IV&V 報告能發揮功效，有憑據地就驗證範圍評估系統無營運安全之虞。

第六章 結論與建議

初勘及履勘是我國核准鐵道運輸系統商轉營運的把關機制，初、履勘委員在有限時間內須就系統穩定性與安全性提出觀察意見，作為主管機關核准通車之依據。初、履勘過程中，「IV&V 報告」是初、履勘委員了解系統穩定性與安全性的重要管道之一，故有必要對此報告之目的、內容、範圍、期程、基準、出具機構資格等制定基本要求，補足現行法規未明文規範處，以利於報告中提供初、履勘委員更充分、可靠之資訊。相關研究結論與建議於本章綜整說明¹。

6.1 結論

1. IV&V 報告應定位為交通部核准通車的依據之一

根據履勘要點，核准通車的權限在交通部，IV&V 報告只是交通部核准通車的依據之一，交通部仍應持續探討現行履勘要點是否充分、足夠，是否有改善精進必要，訂定 IV&V 報告的作業規範只是其中一項工作。

2. IV&V 報告應是營運安全的符合性評鑑成果

依據履勘要點第 3 條原意，擬通車路段是否可安全無虞通車應是訂定 IV&V 報告要求之原意，本研究回顧美國、歐盟、澳洲等國家獨立驗證制度也有同樣發現，各國投入額外資源、聘用獨立機構都是為了營運安全之保證。此外，經回顧各國類似 IV&V 機制後，本研究建議將 IV&V 報告內容定位為營運安全的「符合性評鑑」最符合其目的，過去國內 IV&V 專案的執行方式其實也就是符合性評鑑的過程，也符合目前國內編列 IV&V 經費額度的合理作業範圍，且 IV&V 專業機構

¹本節所述「IV&V 報告」為「整體系統之獨立驗證報告」之簡稱；「IV&V 專業機構」為「獨立驗證專業機構」之簡稱。

應關注營運安全各項功能、需求、風險的符合性，與設計查核、監造顧問就業主需求、功能規範所作之技術審查有所區隔。

3. IV&V 報告內容應有基本要求

本研究建議 IV&V 報告內容應至少說明「驗證機構專業性與獨立性」、「驗證範圍」、「驗證期程」、「被驗證文件、行動與相應之驗證基準」、「重大觀察事項相關追蹤管理、關閉說明」、「就驗證範圍評估系統擬通車營運路段是否無營運安全之虞」，5.2 節補充報告內容指引供辦理機關管控時參考。

4. IV&V 專業機構應說明其驗證基準

評估擬通車路段是否安全無虞是 IV&V 報告的主要結論，故應有足夠的基準、證據供初、履勘委員了解 IV&V 專業機構立論之基礎，本研究建議可從與營運安全相關的合約需求、安全危害分析、安全標準三方面要求 IV&V 專業機構說明驗證基準，詳 3.3.2 節。

5. 獨立驗證作業應即早於綜合規劃階段預為規劃

為完善 IV&V 報告，本研究除了於履勘要點建議明定 IV&V 報告應載內容外，也建議應同步修定大眾捷運申審要點，要求預先於綜合規劃報告中規劃獨立驗證作業，包含獨立驗證之執行機構資格要件、驗證項目、驗證期程、階段報告規劃等，並於 5.1 節說明規劃作業指引，期完善 IV&V 機制。

6. IV&V 專業機構資格要件為專業性與獨立性

本研究建議專業性與獨立性(公正性)為 IV&V 必要的兩個要件，國際上有歐盟獨立安全評估 (ISA)、美國安全與保安驗證 (SSC)、澳洲授權工程組織 (AEO) 等機制都值得我國長期發展參考，短期也可基於此兩要件訂定 IV&V 專業機構資格，藉以扶植國內專業能量，長期發展建議詳參 3.4 節，短期規劃作業指引於 5.1.1 節說明。

7. IV&V 驗證項目應明確

本研究建議 IV&V 驗證範圍應包含「系統機電」、「土建、軌道、水環與設施機電」、「程序與訓練」、「其他關鍵議題」，惟考量不同專案的差異與辦理機關的作業彈性，第四章所建議規範條文中不予硬性規範，改於 5.1 節規劃作業指引中補充說明，並提供表 5-2 系統範圍清單供辦理機關參考，同時建議辦理機關可預先於綜合規劃階段預作規劃。

8. IV&V 期程應至少包含細部設計至試運轉，可彈性提前或延後

經回顧過去類似專案執行案例，建議 IV&V 驗證期程應至遲於細部設計階段導入，並持續辦理驗證作業至試運轉階段，方能確保最終產出的 IV&V 報告能至少涵蓋生命週期中的工程階段，惟考量實務上各專案的業主需求文件是統包商、供應商提供產品與服務之依據，故建議可提早於基本設計階段導入 IV&V 機制，驗證業主需求中的營運安全需求是否符合安全目標，也可彈性延後至初期營運驗證營運機構是否落實安全控制措施。

9. 應有階段性 IV&V 報告

除了最終 IV&V 報告，國內外經驗均顯示階段性的報告、觀察意見對及時導正潛在問題有很大助益，本研究考量不同辦理機關作業方式、期程與經費差異，歸納 5 類階段性報告於規劃作業指引中供參考，詳 5.1 節說明。

10. 其他研究發現：

- (1) 以「IV&V」代表「獨立驗證與認證」雖不精準，但有其發展歷史背景

參考 1997 年交通部研究報告可發現當年經回顧先進國家作法後提出建議為「獨立安全驗證與確認」，相關國際作法後來被整併為 EN 50126/8/9，要求應確保安全關鍵項目 V&V 人員的獨立性，但後續履勘要點納入「認證」一詞，並把 IV&V 擴大到整

體系統，或是把驗證現貨品的工作也稱之為 IV&V，是導致目前業界不同專家對 IV&V 有不同解讀的主因。

經本研究回顧發展沿革後發現，整體系統的「獨立驗證」是必須的，而執行這個驗證工作的機構必須被政府或其指定機構確認其獨立性與專業性，可透過「認證」或「授權」或「同意」等作法，透過審查(Review)、查證(Verification)、確證(Validation)及評估(Assessment)來執行驗證作業。其中，查證與確證(V&V)須透過「展現」來確認符合性，故所需成本、專業需求較大，實務上各子系統承包商只會針對安全關鍵系統（尤其軟體控制為主的系統）執行 V&V，若要求整體系統與營運安全相關之功能都要獨立單位再進行一次 V&V，不僅不敷成本，實務上也沒有任何機構具備足夠專業來執行，遑論對計畫期程的衝擊。故過去國內 IV&V 專案多訂定位為獨立單位審查統包商或各供應商自主 V&V 的成果，亦即 Independent Review of V&V，此應是業界慣以 IV&V 簡稱獨立驗證作業之主因。

(2) 國際上僅「安全」議題須第三方機構再次驗證

經回顧歐盟獨立安全評估(ISA)、美國安全與保安驗證(SSC)、澳洲授權工程組織(AEO)機制都發現僅安全議題需要第三方單位再次確認，主要是多年經驗的累積讓先進國家發現，就算所有功能、規格、品質等要求都已符合，還是有可能發生安全問題，故需要第三方單位從安全危害的角度，跳脫功能、規格的框架來審視整體系統安全，故本研究建議將 IV&V 報告定位為「整體系統營運安全之符合性評鑑成果」。

(3) 我國目前無明確機制與辦法來規範 IV&V 專業機構的資格

圖 2-24 彙整國內鐵道運輸系統驗證現況時，可明顯發現對於 IV&V 專業機構並無明確的認證、授權或同意機制，導致實務上不同專案訂定了不同廠商資格，其中又以實績為共通點，然而實績無法代表機構的專業性也無法佐證其獨立性，是目前國內 IV&V 機制急待解決之課題。

- (4) 國際上鐵道運輸系統在商轉後仍須持續接受驗證取得營運證書

本研究探討的 IV&V 報告僅是初、履勘委員評估系統能否商轉的參考資料之一，回顧英國近年做法可發現，儘管系統已開始營運，每 5 年仍要接受驗證更新營運證書，藉以佐證系統仍然安全。

6.2 建議

1. 應釐清中英文名詞使用差異，提高用詞精確度

本研究建議將「獨立驗證與認證報告」調整為「獨立驗證報告」，一來符合 IV&V 報告之目的與內容，再則讓業界使用 IV&V 一詞時，可避免將 V&V 當作驗證與認證的英文翻譯（應為查證與確證），也可凸顯國內慣用的 IV&V 報告是「專有名詞」，須注意 IV&V 報告內容與國際上慣稱的 IV&V 有所不同，相關修法配套於 4.1 節說明。

2. 在短期—辦理機關執行 IV&V 建議

- (1) 參考本研究作業指引，提前於綜合規劃階段規劃 IV&V 執行機構資格要件、驗證項目、驗證期程、階段報告規劃等；
- (2) 辦理機關可透過招標規定、作業手冊來確保 IV&V 專業機構的資格要件，並視計畫特性制定驗證項目、驗證期程、所需之階段報告等；
- (3) 依據驗證期程、項目、應提交報告來配置合理經費；
- (4) 根據 IV&V 驗證範圍與證據來源，明定應提供證據單位的配合條款、不配合罰則，例如統包商、供應商的 V&V 作業、系統保證作業、營運機構的配合要求等。

3. 在中長期—政府應健全 IV&V 機制以確保專業性與獨立性

本研究提供 3 方案，優缺點分析詳表 3-1，概述如下：

- (1) 參考歐盟獨立安全評估 (ISA) 機制，投注資源輔導我國 TAF 成為 IV&V 專業機構的認證單位，例如國際上以 ISO/IEC 17020 認證 ISA 的作法，惟應了解 ISA 與整體系統驗證範圍仍有不同，須有配套機制確保 IV&V 專業機構的專業性。
- (2) 仿效美國安全與保安驗證 (SSC) 作法，成立一官方機構統籌辦理鐵道系統驗證業務，藉以長期培養技術人才並撰寫技術規範，也較能確保執行機構的獨立性，當各地方政府有新建鐵道系統需求時也可支援 IV&V 相關業務，例如預計成立的軌道技術研究暨驗證中心在專業性與獨立性上都有機會符合要求。
- (3) 比照澳洲授權工程組織 (AEO) 制度，由政府訂定認證辦法來確保專業性，並透過聘請多家 AEO 的方式來確保獨立性。

4. 應培植國內專業能量持續研擬、發展驗證標準

「驗證」需要有依據，業主需求固然是驗證的基準之一，但其中也包含許多國內外規範與標準，且許多功能項目仍仰賴專家經驗。以安全為例，除了 EN 50126/8/9 所規定的安全文件外，國際上也有一些上位性安全準則供遵循，例如英國的 Railway Safety Principles and Guidance，無人駕駛系統常依循的 IEC 62290 等，均是經驗累積的成果，建議應透過 IV&V 機制扶植國內專業能量以研擬、發展驗證標準，將知識文件化方能提升驗證效益。

5. 可借鏡國外定期更新營運許可的機制

2.4.3 節回顧英國 ROGS 指導手冊時可發現先進國家鐵道系統不只是商轉前須取得營運許可，正式商轉後也須定期接受驗證，確保營運許可的有效性。國內目前已透過「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」中相關規定來確保，2017 年運研所研究也已發現國際上逐步將安全管理系統 (Safety Management System，以下簡稱 SMS) 導入鐵道監理機制，建議後續於相關辦法導入 SMS 精神，例如可深入了解英國每 5 年更新一次營運許可的方式是否有值得借鏡處。

6. 可參考航空、海運領域做法

除了前述鐵道業界的作法，航空與海運也有類似做法可供參考，後續可再深入研究其中適用國內鐵道行業的作法，扼要說明如下：

- (1) 在航空領域，在給證（Certificate）有三個角色不同，一是飛機製造商（發動機），二是業者（航空公司），三是監理單位（民航局），民航局在執行飛機系統檢驗過程，會借用飛機製造商的專業人力，利用委任代表機制（因有專利商業機密），執行產品及其零組件的設計及生產檢定。有關航空公司的營運能力檢定則是另外的檢定程序進行，確保其組織功能及專業人力配置符合法規，特別是安全管理系統之建置。
- (2) 在海運領域，公部門業主會要求船製造商聘請有驗證資格的 IV&V 專業機構，或是提供符合資格的驗船協會讓船製造商自行挑選，私部門業主也有直接指名 IV&V 廠商的作法。

7. 其他建議

除了前述建議外，本研究在專家訪談、專家學者座談過程中也蒐集到許多業界建議，供後續相關單位納入考量，說明如下：

- (1) 本研究探討的履勘要點、大眾捷運申審要點僅適用大眾捷運系統，後續可考量是否在「鐵路法」、「鐵路立體化建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」上也制定類似機制。
- (2) 國內鐵道業界對 RAMS、V&V、ISA 的知識與經驗仍屬缺乏，建議相關單位能辦理教育訓練以提升業界專業知識。
- (3) 興建單位在招標 IV&V 專業機構時，對於契約內的專業條款該如何制定仍不了解，交通部可考量制定範本供遵循，並逐年檢討精進。
- (4) 可再深入回顧先進國家作業細則，考量制定履勘作業要點之下一階文件，例如 IV&V 與 ISA 的定位、聘用機制、經費參考等，更明確說明整體機制與執行細則。

- (5) 除了履勘要點第 3 條第 7 項中關於獨立驗證報告應釐清外，整體履勘要點也應審視是否有可更精進、明確處。
- (6) 本研究建議方案，包括名詞修正、長期推動機制等，可交由即將成立的「軌道技術研究暨驗證中心」進一步研究。

參考文獻

1. AS/NZS 15288, 2003 : System Engineering-System Life Cycle Processes.
2. CNS 12680, 2016 Z4033 : 品質管理系統-基本原理與詞彙。
3. CNS 12681, 2016 Z4034 : 品質管理系統-要求事項。
4. CNS 13606, 2011 : 標準化與相關活動－一般詞彙。
5. Commonwealth of Massachusetts, Independent Verification and Validation (IV & V) , 2011.
6. Dubai Metro Project, Safety Solutions-Independent Safety Assessor.
7. EN 50126, 1999 : Railway applications - The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)
8. EN 50128, 2011 : Railway applications - Communication, signaling and processing systems - Software for railway control and protection systems.
9. EN 50129, 2003 : Railway applications - Communication, signaling and processing systems - Safety related electronic systems for signaling.
10. European Community (EC), Directive 2004/49/EC of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004.
11. European Community (EC) , Commission Regulation (EC) No 352/2009 of 24 April 2009.

12. European Railway Agency (ERA), CSM for risk assessment (Reg. 402/2013) & Requirements for CSM Assessment Body, 2016.
13. European Railway Agency (ERA) , Railway Safety Directive 2004/49/EC & Role of European Railway Agency (ERA) , 2009.
14. European Union (EU) , Commission Implementing Regulation (EU) no 402/2013 of 30 April 2013.
15. Federal Transit Administration (FTA) , Handbook for Transit Safety and Security Certification, 2002.
16. IEC 61508 Part 1~7, 2010 : Functional safety of electrical / electronic / programmable electronic safety-related systems.
17. IEEE 1012, 2012 : System and Software verification and validation.
18. IEEE 1483, 2000 : IEEE Standard for Verification of Vital Functions in Processor-Based Systems Used in Rail Transit Control.
19. ISO/IEC 17020, 2012 : Conformity assessment - Requirements for the operation of various types of bodies performing inspection.
20. North West Rail Link Operation, Trains and System (OTS) Independent Certifier Invitation for Expression of Interest.
21. Office of Rail Regulation (ORR) , A Guide to Safety Verification for Tramways, 2008.
22. Office of Rail Regulation (ORR) , Railway Safety Principles and Guidance, 2006.

23. Office of Rail Regulation (ORR), The Railways and Other Guided Transport Systems (Safety) Regulations 2006 (as amended), 2014.
24. Peter Wigger, Copenhagen Metro Safety Assessment Start of Test Operation 2001, 2001.
25. Transport for NSW (TfNSW), Independent Safety Assessor (ISA) Requirements (Interim), 2014.
26. Transport for NSW (TfNSW), Update to engaging independent safety assessor in TS 20001 System Safety Standard for New or Altered Assets, 2015.
27. 三鶯線捷運系統計畫獨立驗證與認證研討會，會議資料，里卡多鐵路，2016 年 10 月。
28. 王清涓等，「鐵路安全監理制度之回顧」，臺灣世曦顧問公司研究報告，2007 年。
29. 王曉宇、陳燕申，「英國倫敦地鐵的安全認證與監管制度分析」，城市軌道交通研究，2011 年。
30. 中國大陸，铁路建设项目国家验收实施办法，2015 年。
31. 交通部科技顧問室，軌道運輸工程系統安全獨立認證計畫-我國軌道運輸系統獨立驗證與確認作法建議，1997 年 12 月。
32. 交通部高速鐵路工程局，機場捷運系統驗證與認證證明書授證程序及辦理情形，2016 年 9 月。

33. 交通部運輸研究所，風險管理應用於鐵路運輸安全之初探—以臺鐵風險辨識為例，定案報告，2011 年 1 月。
34. 交通部運輸研究所，風險管理應用於鐵路運輸安全之初探—以臺鐵風險分析與評量為例，定案報告，2012 年 10 月。
35. 交通部運輸研究所，風險管理應用於鐵路運輸安全之初探—以臺鐵風險處理、管理監督、管理改善為例，定案報告，2013 年 7 月。
36. 交通部運輸研究所，鐵路危害防制實務作業之研析與精進策略，2017 年 9 月。
37. 交通部鐵路改建工程局，系統機電工程獨立驗證與認證作業程序，2013 年。
38. 李應雄，「軌道運輸系統保證作業探討」，中華技術專題報導 No. 72，頁 102~113，2006 年。
39. 李陽琛，軌道運輸系統之系統保證機制研究，國立台北科技大學碩士論文，2010 年 7 月。
40. 林杜寰、林逸羣，「獨立驗證與認證制度於台灣軌道系統之應用」，營建管理季刊，第 101 期，38~49 頁，2015 年 7 月。

41. 林宜信、劉崑玉、許家豪，「台灣高鐵系統獨立驗證與認證機制回顧」，中華技術，112 期，頁 214-227，2017 年。
42. 高煜南，「臺北捷運系統工程品質風險管理之精進－驗證與認證體制的研究」，捷運技術，第 45 期，頁 21~49。
43. 軌道系統獨立驗證與認證制度及實務研討會，會議資料，台灣德國萊因技術監護顧問股份有限公司，2014 年 12 月。
44. 軌道系統獨立驗證與認證制度及實務研討會，會議資料，台灣德國萊因技術監護顧問股份有限公司，2015 年 9 月。
45. 軌道系統獨立驗證與認證制度及實務研討會，會議資料，台灣德國萊因技術監護顧問股份有限公司，2016 年 6 月。
46. 詹家維，民營軌道運輸工程系統獨立驗證與認證，國立交通大學碩士論文，2004 年。
47. 新北市政府，三鶯線捷運系統計畫整體系統獨立驗證與認證委託技術服務案招標文件，2015 年。
48. 鄭進南，淺談高鐵土建工程之品質保證/品質管制（QA/QC），技師報第 408 期，2004 年。
49. 廖崑亮，獨立驗證考察（德、法獨立驗證制度考察），公務出國報告，2001 年 3 月。

50. 鍾維力、劉建愷，考察鐵路系統行車安全監督管理作業機制，公務出國報告，2013 年。
51. 廖慶隆，第三者獨立查驗及認證在台灣未來鐵路專案中的重要性。
52. 臺北市政府捷運工程局，臺中捷運導入獨立驗證與認證制度研析報告書，2010 年 11 月。
53. 臺北市政府捷運工程局，臺北捷運系統捷運信義線中正紀念堂站至象山站機電系統驗證與認證報告，2013 年 9 月。
54. 賴榮吉，臺北捷運工程監造制度之演進，捷運技術，第 50 期，頁 309~320。
55. 羅雲華、陳志豪，國際軌道運輸工程獨立驗證與認證之應用與案例-韓國首爾地鐵 ISA 案例考察，公務出國報告，2015 年 2 月。

附錄 1 縮寫對照表及名詞說明

縮寫、名詞	說明
AEO	Authorised Engineering Organisation，授權工程組織。
ALARP	As Low As Reasonably Practicable， 合理的情況下將風險降至最低。
AOP	Approval of System Operator Procedures & Organization，系統營運程序與組織核准。
AOT	Approval of System Operator Staff Training，系統營運員工訓練核准。
ARS	Acceptance of Each Series Produced Train，完成製造之每列車接受。
AS/NZS	Australia Standards and New Zealand Standards，澳洲與紐西蘭標準
ASA	Asset Standards Authority，澳洲新南威爾斯資產標準署。
ASS'R	Assessor，評估者。
ATC	Automatic Train Control，自動列車控制。
ATO	Automatic Train Operation，自動列車操作。
ATP	Automatic Train Protection，自動列車防護。
BOT	Build – operate – transfer，興建－營運－移轉。
C&OA	Construction and Operation Agreement，興建營運合約。
CCTV	Closed-Circuit Television，閉路監視系統。
CFR	Code of Federal Regulations，美國聯邦法條。
CICE	Contractor's Independent Checking Engineer， 承商之獨立查核工程師。
CMC	Configuration Management Committee， 澳洲新南威爾斯形態管理委員會。
CNS	Chinese National Standards，中華民國國家標準。
COB	Critical Observations，關鍵觀察意見。
COC	Certificates of Compliance，符合性證書，針對安全關鍵與保安關鍵的項目，證明已符合預設的安全與保安需求。
CSI	Common Safety Indicators，通用安全指標。

縮寫、名詞	說明
CSM	Common Safety Method，通用安全方法。
CST	Common Safety Target，通用安全目標。
DA	Design Approval，設計核准。
DAkkS	Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH，德國國家認證委員會。
DI	Designer and Implementer，設計者與執行者。
DIRECTIVE	歐盟指令，說明應達成的結果，有約束力，惟方法由成員國決定，詳參里斯本合約第 288 條。
EA	Engineering Approval，工程核准。
EMC	Electromagnetic Compatibility，電磁相容性，包括電磁干擾（Electromagnetic Interference，EMI）與電磁耐受性（Electromagnetic Susceptibility，EMS）。
EMU	Electric Multiple Unit，電聯車。
EN	European Norm，歐洲標準化委員會。
EN 50126/8/9	EN 50126、EN 50128、EN50129 之簡稱。
FLSC	Fire-Life Safety Committee，防火安全委員會。
FRA	Federal Railway Administration，美國聯邦鐵路署。
FSA	Functional Section（above ground area） Acceptance，功能段接受。
FTA	Federal Transit Administration，美國聯邦大眾運輸署。
GOB	General Observations，一般觀察意見。
HVAC	Heating, Ventilation and Air conditioning，空調通風系統。
IAS	Installation Acceptance for Sections of the Metro，捷運各段安裝接受。
ICE	Independent Checking Engineer，獨立查核工程師。
IEC	International Electrotechnical Commission，國際電工委員會。
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers， 電機電子工程師學會。
IET	Institute of Engineering and Technology，英國工程與技術學會。
ISA	Independent Safety Assessment，獨立安全評估。
ISE	Independent Siting Engineer，獨立監造工程師。
ISO	International Organization for Standardization，國際標準組織。
IST	Integrated System Test，系統整合測試。
ISwA	Independent Software Assessment，獨立軟體評估。

縮寫、名詞	說明
IV&V	Independent Verification and Validation，獨立查證與確證。
IV&V 專業機構	負責出具「整體系統之獨立驗證與認證報告」之專業機構。
IV&V 報告	履勘要點「整體系統之獨立驗證與認證報告」於本報告中之簡稱，惟報告中建議履勘要點應修訂此報告名稱為「整體系統之獨立驗證報告」。
KHRC	Korea High Speed Rail Construction Authority，韓國高速鐵路工程局。
LTA	Land Transport Authority，新加坡陸路交通署。
M&S	Modeling and Simulation，建模與模擬。
NSA	National Safety Authority，歐盟國家安全機構。
NWRL	North West Rail Link，澳洲新南威爾斯西北鐵路線。
OC	Final System Operator Certificate，最終系統營運證書。
OSD	Overall System Design Approval，整體系統設計核准。
PAS	Publicly Available Specification，公用暫行規格。
PHA	Preliminary Hazard Analysis，初步危害分析。
PMO	Project Management Oversight，專案管理機制。
POC	Preliminary System Operator Certificate，初步系統營運證書。
PRJ MGR	Project Manager，專案經理。
PSP	Product Safety Plan，產品安全計畫。
PSR	Project Safety Review，新加坡計畫安全審核制度。
RAM	Reliability, Availability, Maintainability，可靠度、可用度、可維修度。
RAMS	Reliability, Availability, Maintainability and Safety，可靠度、可用度、可維修度及安全。
REGULATION	歐盟規章，說明一般的應用，有約束力，直接應用於成員國，詳參里斯本合約第 288 條。
ROGS	The Railways and Other Guided Transport Systems (Safety) Regulations。
RSPP	Railroad Safety Program Plan，鐵路安全程序計畫。
SA	Sub-system Acceptance，子系統接受。
SAT	Site Acceptance Test，工地驗收測試。
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition，資料蒐集與監控。

縮寫、名詞	說明
SCIL	Safety Critical Item List，安全關鍵項目清單。
SCORC	System Change and Operations Review Committee，系統變更與營運審查委員會。
SI	Suggested Items，建議項目。
SIL	Safety Integrity Level，安全完整性等級。
SMS	Safety Management System，安全管理系統。
SRC	Safety and Security Review Committee，安全與保安審查委員會。
SSC	Safety and Security Certification，安全與保安驗證。
TAF	Taiwan Accreditation Foundation，財團法人全國認證基金會。
TEMU	Tilting Electric Multiple Unit，傾斜式電聯車。
TfNSW	Transport for NSW，澳洲新南威爾斯交通部。
TSI	Technical Specification for Interoperability，歐盟互聯互通性認證。
UKAS	United Kingdom Accreditation Service，英國認證服務組織。
V&V	Verification and Validation，查證與確證。
VAL	Validator，確證者。
VER	Verifier，查證者。
北捷局	臺北捷運工程局。
系統失效 完整度	Systematic failure integrity，免於受到未辨識危險錯誤（error）或相關錯誤（error）肇因的程度，詳 IEC 62425。
系統保證	System Assurance，一系列規劃且系統性的工程行動，確保產品符合系統應用需求，包括安全性（Safety）、保安性（Security）、可靠度（Reliability）、可用度（Availability）、維護度（Maintenability）、基準（Standards）、流程（Procedure）與規範（Regulation），來提供足夠的信心給使用者，顯示系統達到預期的運作狀況。
見證	Witness，現場觀察證實。
承認	Recognition，對其他人員或機構所提供的符合性評鑑結果之有效性承認，詳 CNS 17000。
客觀證據	Objective Evidence，支持某事物之存在或真實性之資料，詳 CNS 12680 說明。
查核	Check，檢查核對，目的在判斷是否正確、品質或狀況。
查證	Verification，經由客觀證據之提供，證實已滿足所規定的要求事項，詳 CNS 12680 說明。

縮寫、名詞	說明
展現	Demonstration，透過證據顯示某事存在或為真的行動。
高鐵	台灣高速鐵路。
符合性評鑑	Conformity Assessment，展現產品、流程、系統、人員或機構相關之指定要求已被滿足，詳 CNS 17000。
測試	Testing，執行一種或多種的試驗作業為測試（Testing）。
評估	Assessment，基於證據對產品的合適性做出判斷，詳 EN 50126 說明。
試驗	Test，為某指定的預期用途或應用，依要求事項施行之決定，詳 CNS 12680 說明。
監造	Siting，從事技術事項之規劃、設計、監造（含施工簽證）、研究、分析、試驗、評價、鑑定、檢驗、計劃管理及其相關技術服務（公共工程監造制度改進推動方案）。
監督	Monitor，決定系統、過程、產品、服務或作業之現況。
臺鐵局	臺灣鐵路管理局。
認證	Accreditation，主管機關對特定人或特定機關(構)給予正式認可，證明其有能力執行特定工作之程序，詳標準法第三條。
審查	Review，對標的達成既定目標的適宜性、充裕性或有效性之決定，詳 CNS 12680。
確證	Validation，經由客觀證據之提供，證實業已滿足某指定的預期用途或應用之要求事項，詳 CNS 12680 說明。
興建單位	依大眾捷運法第 13 條規定，負責大眾捷運系統建設之機關，為中央主管機關或報請行政院同意後之地方主管機關。
辦理機關	負責管理 IV&V 專業機構之政府機關或營運機構。
隨機失效 完整度	Random failure integrity，免於受到危險隨機失誤（fault）的程度。
檢查	Examination，查核（Check）產出，並對產出是否符合標準、要求、相關法規來提出意見。
檢驗	Inspection，對符合規定的要求事項之決定，結果可以是符合、不符合或符合的程度，詳 CNS 12680 說明。
鐵工局	鐵路改建工程局。
顧客	Customer，可能或會接受其所想要或需要的產品或服務之個人或組織，例如消費者、客戶、終端使用者、零售商、來自內部過程的產品與服務之收受人、受益者及採購者，詳 CNS 12680。

縮寫、名詞	說明
驗證	Certification，由中立之第三者出具書面證明特定產品、過程或服務能符合規定要求之程序，詳標準法第三條。
驗證機構	● 辦理管理系統驗證、產品驗證或人員驗證之合法實體。 例如：政府機構、依公司法設立辦理驗證相關業務之公司、或辦理驗證相關業務之財團或社團法人等。（驗證機構認證作業手冊） ● 運作驗證方案之第三者符合性評鑑機構（ISO/IEC 17065）
履勘要點	大眾捷運系統履勘作業要點
大眾捷運申審要點	大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點

附錄 2 修正條文草案總說明

附錄2.1 大眾捷運系統履勘作業要點第三條、第十二條 修正條文草案總說明

大眾捷運系統履勘作業要點（以下簡稱本要點）前於九十九年七月二十三日公布，已為大眾捷運系統辦理初履勘之依據，惟本要點第三條整體系統之獨立驗證與認證報告及第十二條機電系統之驗證與認證報告，其用詞與「標準法」第三條所定義之認證作業無關，且本要點中並未對報告內容作明確規範，宜明訂其內容、要件、項目及基準，使該報告內容可充分展現本要點之精神，爰配合修正本要點相關規定，共計修正二條條文，其修正要點如次：

- 一、本要點所要求之驗證與認證報告無關標準法第三條所定義之「認證」作業，爰作文字修正，俾期明確。（修正條文第三條及第十二條）
- 二、為配合本要點第三條第七款及第十二條之規定，爰增訂第三條附件-整體系統之獨立驗證報告作業規範（修正條文第三條）。
- 三、為確保已奉行政院核定計畫不受本要點第三條增訂附件限制，爰修正第十二條關於已核定計畫應提送報告之說明（修正條文第十二條）。

修 正 條 文	現 行 條 文	說 明
三、大眾捷運系統工程建設及營運機構依前點規定自行或報請辦理初勘前，應確認擬通車營運路段已完成下列營運要件，無營運安全之虞： （一）各項土木工程、軌道及機電工程完竣。 （二）完成系統穩定性測試報告，且至少應包括下列指標： 1.試運轉期間系統可用度，其計算公式＝（系統試運轉時間－系統延誤影響時間）／系統試運轉時間。前述系統延誤影響時間係指系統或列車延誤超過 90 秒之異常事件或事故。 2.平均列車妥善率，其計算公式＝平均每日尖峰可用車組數／平均每日全車隊車組數。 （三）營運必需之人員均已進駐，並完成各項營運規章及計畫之專業訓練及相關模擬演練。 （四）各項必要之土建、機電及營運相關規	三、大眾捷運系統工程建設及營運機構依前點規定自行或報請辦理初勘前，應確認擬通車營運路段已完成下列營運要件，無營運安全之虞： （一）各項土木工程、軌道及機電工程完竣。 （二）完成系統穩定性測試報告，且至少應包括下列指標： 1.試運轉期間系統可用度，其計算公式＝（系統試運轉時間－系統延誤影響時間）／系統試運轉時間。前述系統延誤影響時間係指系統或列車延誤超過 90 秒之異常事件或事故。 2.平均列車妥善率，其計算公式＝平均每日尖峰可用車組數／平均每日全車隊車組數。 （三）營運必需之人員均已進駐，並完成各項營運規章及計畫之專業訓練及相關模擬演練。 （四）各項必要之土建、機電及營運相關規	一、本條係依原條文修正，原第七項作文字更正，並新增附件。 二、本條第七項依「標準法」第三條定義，報告內容無關認證，爰作文字修正，俾期明確。 三、為配合本條第七款，爰增訂本條附件，明訂整體系統之獨立驗證報告作業規範。

修 正 條 文	現 行 條 文	說 明
章、列車運行計畫已訂定完成。 (五) 緊急逃生設施、安全防護措施及有關安全標示均已具備。 (六) 票務系統測試正常。 (七) 提出整體系統之<u>獨立驗證報告</u> <u>附件-整體系統之獨立驗證報告撰寫內容作業規範</u>	章、列車運行計畫已訂定完成。 (五) 緊急逃生設施、安全防護措施及有關安全標示均已具備。 (六) 票務系統測試正常。 (七) 提出整體系統之獨立驗證與認證報告	
十二、本要點自民國○年○月○日修正發布施行後，尚未奉行政院核定之計畫，未來初、履勘時應提出整體系統之<u>獨立驗證報告</u>。至於民國 99 年 9 月 23 日前已奉行政院核定之計畫，仍應至少提出包含機電系統之驗證與認證報告；自民國 99 年 9 月 23 日後至民國○年○月○日修正發布施行前已奉行政院核定之計畫，初、履勘時應提出整體系統之<u>獨立驗證與認證報告</u>。	十二、本要點修正發布施行後，尚未奉行政院核定之計畫，未來初、履勘時應提出整體系統之獨立驗證與認證報告。至於已奉行政院核定之計畫，仍應至少提出包含機電系統之驗證與認證報告。	一、本條係依原條文修正。 二、本條配合本要點第三條第七項修正內容酌作文字修正，俾期用語一致。 三、為使已奉行政院核定計畫不受本要點第三條修正內容限制，爰予補充說明。

附件 整體系統之獨立驗證報告作業規範(草案)

第一條	本規範依據大眾捷運系統履勘作業要點(以下簡稱本要點)第三條第七項訂定。	依據
第二條	負責執行整體系統獨立驗證作業，並出具「整體系統之獨立驗證報告」之專業機構，以下簡稱為驗證機構。	定義
第三條	「整體系統之獨立驗證報告」內容應至少包括： (一)驗證機構專業性與獨立性說明； (二)驗證範圍說明； (三)驗證期程說明； (四)被驗證文件、行動及相應之驗證基準說明； (五)驗證機構曾提出之重大觀察事項相關追蹤管理、關閉說明； (六)就驗證範圍評估系統擬通車營運路段是否無營運安全之虞。	整體報告內容
第四條	本規範未規定者，依相關法令辦理，相關法令未規定者，依交通部命令或業務推動需求辦理。	補充說明

附錄2.2 大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點第六條修正條文草案總說明

大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點（以下簡稱本要點）係於一〇一〇年四月十一日訂定發布，並歷經二次修正迄今。鑒於修訂大眾捷運系統履勘作業要點第三條後新增之「整體系統之獨立驗證報告撰寫內容作業規範」作業要求，應同步於本要點第六條所規範之綜合規劃報告書內容中妥為規劃相關前置作業，以收獨立驗證成效，爰修正本要點第六條，增訂獨立驗證相關規劃作業要求。

修 正 條 文	現 行 條 文	說 明
六、本計畫可行性研究報告書經核定後，地方主管機關始得辦理本計畫之綜合規劃。綜合規劃報告書內容應包含下列事項： （一）大眾捷運法第十二條所規定之規劃報告。 （二）可行性研究核定內容說明。 （三）社經發展現況與預測、交通運輸系統現況與未來重大交通計畫、及本計畫路線功能定位。 （四）路線方案檢討及調整。 （五）運輸需求預測分析，包含運量預測分析、旅次移轉、運量密度分析。 （六）路線及車站規劃，包含路線、車站平縱面規劃、車站與各運具間之轉乘整合規劃（含票證整合），均需提供 1/1,000 比例尺圖說。 （七）工程標準及技術可行性，包含系統型式、系統技術分析、工程可行性分析，與相關界面機關協調取得共識之相關文件。 （八）土地取得評估及土地開發，包含土地取得方式評估及與地方民意溝通	六、本計畫可行性研究報告書經核定後，地方主管機關始得辦理本計畫之綜合規劃。綜合規劃報告書內容應包含下列事項： （一）大眾捷運法第十二條所規定之規劃報告。 （二）可行性研究核定內容說明。 （三）社經發展現況與預測、交通運輸系統現況與未來重大交通計畫、及本計畫路線功能定位。 （四）路線方案檢討及調整。 （五）運輸需求預測分析，包含運量預測分析、旅次移轉、運量密度分析。 （六）路線及車站規劃，包含路線、車站平縱面規劃、車站與各運具間之轉乘整合規劃（含票證整合），均需提供 1/1,000 比例尺圖說。 （七）工程標準及技術可行性，包含系統型式、系統技術分析、工程可行性分析，與相關界面機關協調取得共識之相關文件。 （八）土地取得評估及土地開發，包含土地取得方式評估及與地方民意溝通	一、本條新增第十五項。 二、為因應大眾捷運系統履勘作業要點第三條修訂後新增之「整體系統之獨立驗證報告撰寫內容作業規範」作業要求，爰配合新增第十五項獨立驗證作業規劃。 三、原第十五、十六、十七項遞移並酌作文字修正。

修正條文	現行條文	說明
協調情形、土地開發計畫，以及土地取得及開發所需進行之都市計畫變更內容、大眾運輸導向之車站及沿線土地使用檢討構想。 （九）營運規劃及機廠規劃，包含與其他捷運路線間之整合運用規劃。 （十）興建優先次序，包含興建期程、成本及效益分析等。 （十一）經濟效益及財務評估： 1.成本估算，包含建造、營運維修、資產設備汰換及重置成本估算。 2.經濟效益評估。 3.財務效益評估，包含票箱收入、附屬事業收入、土地開發及其他可挹注本計畫之外部效益、自償率、中央與地方政府分擔經費。 4.經費增加之責任分擔，與可行性研究估算經費差異原因及責任歸屬，如屬地方需求可控制因素，所增經費由地方政府全額負擔。另修正計畫與綜合規劃估算經費差異者，亦同。 5.新增（含延伸）路線加	協調情形、土地開發計畫，以及土地取得及開發所需進行之都市計畫變更內容、大眾運輸導向之車站及沿線土地使用檢討構想。 （九）營運規劃及機廠規劃，包含與其他捷運路線間之整合運用規劃。 （十）興建優先次序，包含興建期程、成本及效益分析等。 （十一）經濟效益及財務評估： 1.成本估算，包含建造、營運維修、資產設備汰換及重置成本估算。 2.經濟效益評估。 3.財務效益評估，包含票箱收入、附屬事業收入、土地開發及其他可挹注本計畫之外部效益、自償率、中央與地方政府分擔經費。 4.經費增加之責任分擔，與可行性研究估算經費差異原因及責任歸屬，如屬地方需求可控制因素，所增經費由地方政府全額負擔。另修正計畫與綜合規劃估算經費差異者，亦同。 5.新增（含延伸）路線加	

修正條文	現行條文	說明
入對營運機構之整體捷運路網（含已通車及已核定路線）營運財務效益評估（不含土地開發及其他外部效益），包含邊際收益、邊際成本、運量密度變化、營運損益平衡點變化等評估。 6.財源籌措計畫及財務策略，包含成立基金（得比照「自償性公共建設預算制度實施方案」辦理）或專戶之經費來源、運用及用途，計畫執行期間，地方債務舉借情形及自籌財源能力分析。 7.民間參與方式規劃。 8.營運永續規劃。 （十二）計畫影響分析：包含交通衝擊分析及改善方案、環境影響說明或評估、召開公聽會經過及徵求意見處理結果，以及替代方案評估及優劣分析。 （十三）公共運輸系統整合計畫執行情形及成效檢討。 （十四）全生命週期之風險管理，包含風險項目或情境評估、敏感度分析、風險分布、影響程度評估、風險處理計畫、風險圖像矩陣及預估殘餘風險	入對營運機構之整體捷運路網（含已通車及已核定路線）營運財務效益評估（不含土地開發及其他外部效益），包含邊際收益、邊際成本、運量密度變化、營運損益平衡點變化等評估。 6.財源籌措計畫及財務策略，包含成立基金（得比照「自償性公共建設預算制度實施方案」辦理）或專戶之經費來源、運用及用途，計畫執行期間，地方債務舉借情形及自籌財源能力分析。 7.民間參與方式規劃。 8.營運永續規劃。 （十二）計畫影響分析：包含交通衝擊分析及改善方案、環境影響說明或評估、召開公聽會經過及徵求意見處理結果，以及替代方案評估及優劣分析。 （十三）公共運輸系統整合計畫執行情形及成效檢討。 （十四）全生命週期之風險管理，包含風險項目或情境評估、敏感度分析、風險分布、影響程度評估、風險處理計畫、風險圖像矩陣及預估殘餘風險	

修 正 條 文	現 行 條 文	說 明
說明等。 <u>(十五)獨立驗證作業規劃，包含獨立驗證之執行機構資格要件、驗證項目、驗證期程、階段報告規劃等。</u> <u>(十六)</u>地方政府承諾事項，包含運量培養措施執行情形、績效指標成效檢視（含可行性研究所提短期績效指標）及後續改善措施與進程規劃、工程建設機構成立及執行能量分析、確定營運機構、自負盈虧、優惠措施、地方政府負擔之經費額度、地方議會同意成立本計畫基金之相關文件、成立捷運基金或專戶並依財務計畫提撥一定經費至該基金或專戶內、未來票收比及進程規劃等。 <u>(十七)</u>其他，包含計畫績效指標、衡量標準、目標值。 <u>(十八)</u>依據報告書內容填具附件二「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫檢核評估表」。 地方政府辦理前項綜合規劃作業程序，必要時可循都市計畫法相關法令規定辦理禁限建之公告前置作	說明等。 (十五)地方政府承諾事項，包含運量培養措施執行情形、績效指標成效檢視（含可行性研究所提短期績效指標）及後續改善措施與進程規劃、工程建設機構成立及執行能量分析、確定營運機構、自負盈虧、優惠措施、地方政府負擔之經費額度、地方議會同意成立本計畫基金之相關文件、成立捷運基金或專戶並依財務計畫提撥一定經費至該基金或專戶內、未來票收比及進程規劃等。 (十六)其他，包含計畫績效指標、衡量標準、目標值。 (十七)依據報告書內容填具附件二「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫檢核評估表」。 地方政府辦理前項綜合規劃作業程序，必要時可循都市計畫法相關法令規定辦理禁限建之公告前置作業。 地方主管機關推動個案計畫綜合規劃時，應配合成立推動小組，整合有關地方政府跨局處（含交通、	

修 正 條 文	現 行 條 文	說 明
業。 地方主管機關推動個案計畫綜合規劃時，應配合成立推動小組，整合有關地方政府跨局處（含交通、都計、財政、工務）等業務，並由地方主管機關副首長以上層級擔任召集人，其所完成之綜合規劃報告書應經推動小組審核同意後，始得陳報交通部核轉行政院核定。	都計、財政、工務）等業務，並由地方主管機關副首長以上層級擔任召集人，其所完成之綜合規劃報告書應經推動小組審核同意後，始得陳報交通部核轉行政院核定。	

附錄 3 專家學者座談會會議紀錄

附錄3.1 第一次專家學者座談會會議紀錄

一、日期及時間：106 年 05 月 23 日下午 02 時 00 分

二、地點：本所 5 樓運安組會議室

三、主持人：張組長開國

四、記錄：吳熙仁

五、出席單位：(略)

六、進度報告：(略)

七、專家學者意見：

1. 陳在相 教授

- a. 履勘委員在初、履勘時重視獨立驗證與認證報告。
- b. 關於 Verification 與 Validation 的中文名稱，可考量採 CNS 「查證」與「確認」的用字。
- c. IV&V 執行者應具備足夠的專業、採用系統的方法，例如 ISO/IEC 17025 對實驗室的規範要求。
- d. 針對軌道系統 IV&V 執行者的資格，考量屬於重大勞務採購，可訂定特定資格。
- e. 提交報告與內容只是型式，應從源頭要求 IV&V 執行者的資格與專業。
- f. 思考 IV&V 能帶來的效益前，也應同步考量須花費的預算。
- g. 履勘要點說明，應具體說明哪些項目對照哪個附件。
- h. 履勘要點附件內容除了說明報告內容大項，也應說明細項內容，並用圖、表補充說明。
- i. 關於 IV&V 組織定位圖，應注意箭頭示意避免誤解。

2. 吳翼貽 副教授

- a. 建議 Verification 與 Validation 的中文名稱，可考量採 CNS 「查證」與「確認」的用字。
- b. 應思考 IV&V 預算占整體工程經費比例，例如高鐵專案的 IV&V 預算不到總工程費用的 1%。
- c. 若 IV&V 非由公部門招標，而由 BOT 廠商或承商辦理，應思考 IV&V 意見能否具備充分的獨立性、會否遭到限制。
- d. 除了設計、興建、測試等階段，也可思考 IV&V 在系統汰除時扮演的角色。
- e. 若要 IV&V 於基設階段導入，應考量我國軌道建設專案預算

撥付方式。

- f. 本研究回顧許多國際類似專案，建議製表比較異同以提出建議，可能的話，可蒐集國外專案的執行成果供參考。
 - g. 可考量軌道技師制度，過去曾以土木、電機、機械技師受訓的方式給予軌道技師資格，惟並未持續辦理。
 - h. IV&V 於各階段的執行計畫是重點，應具體說明欲驗證認證的項目與標準。
 - i. 應建議政府加速訂定軌道系統相關規範。
3. 吳松竹 顧問
- a. IV&V 組織定位上可納入報告提送流程。
 - b. IV&V 於各階段的執行計畫是重點，應具體說明欲驗證認證的項目與標準。
 - c. IV&V 應只針對與安全、功能、品質、RAM 相關的關鍵項目進行驗證認證。
 - d. IV&V 不應是「顧問」，而應是「專業機構」，避免業主過度干預 IV&V 作業。
 - e. 以高鐵專案為例，IV&V 的驗證認證依據除了合約要求外，還要確保系統「可營運」。
4. 尹守紀 顧問
- a. V&V 目的在預防系統性失效，應從系統安全觀點，不僅是依據 EN 50126/8/9。
 - b. 目前國際上關於 IV&V 的定義，可參考軟體驗證認證的定義，例如 IEEE 1012。
 - c. 全生命週期的驗證認證可參考 ISO/IEC 15288。
 - d. 加州高鐵專案中對系統工程的標準為 IEEE 1220。
 - e. 美國 49 CFR Part 236 有敘明應執行 IV&V 的項目，應是與軟體高度相關的 Positive train control。
 - f. 以機場捷運 IV&V 為例，最大的問題是並沒有釐清應驗證認證的關鍵需求，也就是應訂出 certified item list (CIL)，例如美國要求 CIL 應執行風險分析。
 - g. 目前國際上並沒有軌道全系統的 IV&V 案例，而是對軟體占比高的子系統執行 ISA，例如號誌、通訊系統。
 - h. 關於驗證認證的項目，可參考 MIL-881 中關於 WBS (Work Breakdown Structure) 與 OBS (Organization Breakdown Structure) 的要求。
 - i. IV&V 單位應採何種方法取得驗證認證的證據對所需預算有高度相關。
 - j. 經國號戰機專案中，有聘請外部專家執行類似 ICE 的作業。

- k. 階段性的 approval 有其必要性。
 - l. 專案能否成功、及早發現問題並改善，主要仰賴 V&V 作業人員是否專業。
 - m. 若要求 IV&V 作業範疇涵蓋分包商，則應同時考量 IV&V 人員的專業深度與廣度。
 - n. 國內可參考美國 professional engineering service 制度，由顧問公司經人力派遣方式提供專業人員協助業主辦理 V&V 作業，能有效解決業界人力資源問題。
5. 鐵路改建工程局
- a. 鐵改局 IV&V 主要依據 EN 50126。
 - b. 鐵改局招標 IV&V 時採限制性招標，預算約是機電系統工程費用的 1~2%（非整體工程）。
 - c. 鐵改局要求南迴 IV&V 驗證認證項目為系統機電，包括電車線、號誌、通訊。
 - d. 導入 IV&V 後，對機關原本作業方式有一定程度的影響，建議加強相關教育訓練。
 - e. IV&V 人員的專業度很重要，否則無法發揮效用。
 - f. 鐵改局從花東電氣化專案中檢討，於後續南迴專案中從嚴要求 IV&V 人員的專業度，並要求專案經理駐點即時解決問題。
6. 台北捷運工程局
- a. 思考 IV&V 的推動架構時，也應考量國內是否有足夠的專業人力，相關培訓應一併考量。
 - b. 針對履勘作業要點中「全系統」的要求應予以釐清，並同時考量因應的預算。
 - c. 參考國際經驗，應思考我國是否需要那麼多驗證認證機制，應思考如何避免疊床架屋。
 - d. 若要 IV&V 於基設階段導入，應考量我國軌道建設專案預算撥付方式。
 - e. 考量 IV&V 應提具報告項目時也應思考避免影響專案進程。
 - f. 若 IV&V 僅辦理品質、程序的驗證認證，對專案貢獻有限。
 - g. 如何定義「與國際接軌」應妥善說明。
 - h. 可考量先訂定完整的 IV&V 作業需求，再視專案特性因應取捨。
 - i. 關於 IV&V 的中文應釐清。
7. 新北捷運工程局
- a. 新北要求 IV&V 應有 10 年以上的作業實績，某種程度限制了國內廠商參與。
 - b. 建議可考量要求 IV&V 組織成員內納入國內技師資格的要

求。

- c. 針對 ISA 制度，新北辦理的專案中已納入廠商應辦項目。
 - d. 新北對 IV&V 的作業要求、應提送報告內容，已將履勘要點中各項要求納入。
 - e. 已淡海輕軌為例，目前總工程進度已逾 50%。
8. 臺灣鐵路管理局
- a. 建議應釐清設備汰換、延壽使用是否需要辦理 IV&V。
9. 高雄捷運工程局
- a. 高雄岡山-路竹延伸線將辦理 IV&V。
 - b. IV&V 的重點應是全生命週期的可追溯性。
 - c. IV&V 首要任務應釐清驗證認證標的、依據與標準。
10. 台北捷運公司
- a. 建議應縮小研究範圍，求精再求廣。
 - b. 北捷過去一直辦理的作業是 V&V。
 - c. 以北捷經驗來說，若業主本身專業能力足夠，其實不需要 IV&V。
 - d. 建議 IV&V 應專注在核心機電與關鍵安全問題，並補足國內專業技術較缺乏的部分。
 - e. 編列 IV&V 預算時，應考量廠商實際派遣人力，實務上常發生編列國外專家預算，廠商卻使用本國人力的情形。
 - f. 建議 IV&V 涉入營運階段的作業以 RAM 展現為限。
 - g. 以機場捷運為例，IV&V 僅是提出警告，專業技術的審查還是仰賴 ICE。
 - h. 建議 IV&V 人員資格中，僅專案經理需要有 IV&V 經驗即可，如此本國籍專家方有機會參與。
 - i. IV&V 執行資格可考量以人員資歷來要求，而非要求廠商實績。
11. 台灣高速鐵路公司
- a. 高鐵公司辦理新增三站、南港延伸段的 IV&V 時，只針對變動的部分，例如車輛系統即未納入 IV&V 範疇。
 - b. 高鐵特別要求 IV&V 應評估工程施作是否影響系統正常營運。
12. 高雄捷運公司
- a. 廠商 V&V 作業相當重要，編列預算時應獨立計價。
 - b. 若 IV&V 作業期程跨到營運期，應釐清營運單位該如何配合。
13. 林務局嘉義林區管理處
- a. 森鐵與一般捷運系統的差異在於提升安全的同時也須考量文資保存。

14. 李治綱 教授

- a. 履勘要點所提的「獨立」，不見得需要第三方機構(third party)，應予以釐清。
- b. IV&V 主要是確認符合性，因此「準則」為何應釐清楚。
- c. 若 IV&V 深入參與審查、檢驗，應釐清目的與效益。
- d. 最終的 Certification 應是履勘要點訂定的初衷。
- e. 可參考歐美營運機構也須定期取得 Certification 的機制。
- f. 獨立驗證與認證報告的中英文應予以正名。

八、散會。

附錄3.2 第二次專家學者座談會

一、日期及時間：106 年 09 月 27 日下午 02 時 30 分

二、地點：本所 5 樓運安組會議室

三、主持人：葉副組長祖宏

四、記錄：吳熙仁

五、出席單位：(略)

六、進度報告：(略)

七、專家學者意見：

1. SYSTRA 代表 陳嘉欣

- a. SYSTRA 在澳洲已有軌道全系統驗證實績。
- b. 以 SYSTRA 在澳洲執行驗證工作的經驗，部分工作是允許外包。
- c. 法國軌道系統核准通車的驗證機制涵蓋整體系統，其中包括 ISA。
- d. 國內 IV&V 招標合約常對工作範圍加註「不限於…」字眼，雖然保障機關立場無可厚非，惟此舉對執行單位調度人員與資源來說有很大的不確定性與風險，建議招標單位應釐清需求盡可能明確。
- e. 法國政府對獨立驗證的要求專注在安全，而且有明確規定那些子系統應執行安全評估，建議國內應先釐清獨立驗證的需求為何？才能據以規劃法規與機制，例如驗證人員專業度的機制等等。
- f. 參考過去 SYSTRA 執行經驗，營運者盡早參與興建階段的評估作業能即早發現並解決潛在問題。

2. WSP|PB 代表 方希文

- a. WSP|PB(台灣分公司)在台灣軌道系統的實績以擔任 V&V、ICE/ISE、系統保證為主。國外實績為 ISA、ICE/ISE 及系統保證，沒有 IV&V 名詞。
- b. WSP|PB 具有 UKAS 認證的 ISO/IEC 17020 資格。
- c. 參考加州高鐵經驗，IV&V 的作法是聘請 ICE 顧問來執行 IV&V 工作。IV&V 工作內容有詳細明訂。
- d. 以色列專案中，業主分別聘請 ICE/ISE 及 ISA 皆扮演第三方獨立的顧問角色。以色列專案中，ICE/ISE 負責技術安全、功能符合性、RAM 及系統安全，並提出評估報告，ISA 則專注在全生命周期的營運安全，包含維修的零件問題，ISA 除了提出評估報告外，另外要出兩份很重要的報告「整體系統期中安全報告」及「整體系統期末安全報告」，最終再開立

「整體系統安全證證書」。

- e. 儘管所有技術性安全及系統安全都已經確認，並不代表營運就安全無慮，因為在事故或意外發生時，系統不會比人聰明，旅客的個人意志會凌駕所有安全機制，所以營運安全應該是 ISA 的主要評估標的，且應含括全生命周期的驗證與認證。

3. RICARDO 代表 田若農

- a. 國內應釐清 IV&V 的角色定位與職責，避免發生問題時誤解為 IV&V 驗證不實，例如許多查證與確證作業屬於監造或專管的作業範圍。
- b. 整體來說，IV&V 類似於全生命週期的履勘委員。
- c. 雖然 IV&V 發源於我國高鐵專案，但目前許多國家已有類似的仿效做法，例如東南亞軌道專案也開始執行 Independent Verification。
- d. 目前業界遵循的 EN 50126/8/9 規範主要適用於都會捷運，許多標準規範也針對大眾捷運系統，未來可思考當傳統鐵路導入 IV&V 機制時該如何訂定驗證準則與規範。
- e. 營運單位是系統最終的使用者，以鐵工局專案為例，考量後續使用者是臺鐵，或許可考量將臺鐵納入 IV&V 的評估團隊。
- f. 建議 IV&V 的驗證標的除了安全之外，參酌 EN 50126/8/9 的要求，R(Reliability)、A(Availability)、M(Maintainability)也都應該納入。

4. TUV Rheinland 代表 詹家維

- a. 應釐清執行獨立驗證的資格，國際上已普遍以 ISO/IEC 17020 作為資格標準，包括大陸、荷蘭等國都已有此機制，國內 TAF 應朝此方向推動，最能直接有效的規範執行者的專業及獨立性。
- b. 軌道技術與驗證中心若欲提升我國鐵道能量並朝海外推廣市場，則必須遵循國際標準與做法，並具備國際接受的認證資格，否則驗證的產品無法推向國際。
- c. 建議應思考 IV&V 各項報告的提出時程與當下實際可產出的資訊，例如應思考初履勘前須提交的整體系統獨立驗證與認證報告是否仍有哪些資訊無法提供，研擬草案內容時建議納入考量。

5. 高速鐵路工程局

- a. 以機場捷運 IV&V 案例來說，高鐵局特別重視「獨立性」與「安全驗證」。

- b. IV&V 的功能除了驗證系統可營運外，也可做為向大眾佐證系統已完工可通車的客觀支持。
 - c. ISA 的必要性與範圍應配合 SIL 的需求。
 - d. IV&V 的驗證必須基於各單位證據。
 - e. 針對履勘要點本文的修訂，考量執行單位不只要 Verify 也要 Validate，建議維持「獨立驗證與認證」的用詞。
6. 鐵路改建工程局
- a. 思考 IV&V 的功能時應從能否解決實務遭逢問題來考量，如果導入 IV&V 仍無法解決過去發生的問題則失去聘請 IV&V 的意義。
 - b. 應考量過去實務上執行 V&V 作業時是否有成效不彰的問題？V&V 的品質也將影響 IV&V 驗證的品質，應一併納入考量。
 - c. 建議應制定作業準則或規範來提升驗證品質。
7. 台灣高速鐵路公司
- a. 過去台灣高鐵興建時，由國際顧問團 IREG 擔任 ICE，另聘請 LRPT 擔任 IV&V，職責上有明確的區分，不會有重疊的問題。
 - b. 高鐵興建時聘請 IV&V 執行驗證，近期的新增三站則改為聘請 Independent Assessor，相關合約內容均很明確規範應辦事項。
 - c. 以新增三站為例，勞氏外包給中興公司執行土建驗證，的確提供許多寶貴意見供台高公司參考，預先解決許多問題。
 - d. 台高目前持續發展生命週期邁入營運階段後的 V&V 作業規範。
 - e. 可考慮於履勘要點中納入 IV&V 的執行規範。
 - f. 目前實務執行上的確有遇到特殊議題，正在考量是否讓驗證機構外聘專家來執行驗證工作。
8. 台北市捷運工程局
- a. 履勘要點執行面應考量彈性，包括因應不同單位作法而保留自辦或委外的處理方式。
 - b. 建議方案選擇時，應考量實務執行面，以執行單位能順利推動為優先考量。
 - c. 以北捷局為例，其實基本設計與營運階段非管轄範圍，若 IV&V 參與此兩階段則北捷局執行上有困難。
 - d. 就營運議題，北捷局會邀請捷運公司參與興建階段作業。
9. 新北市捷運工程局
- a. 關於 ISA 機制，新北市在早期淡海、安坑計畫中委由 IV&V 來評估廠商是否需要聘請 ISA，近期三鶯線則直接要求廠商

應該聘請 ISA。

- b. SIL 分析報告是驗證的重點，可考量納入履勘要點的要求。
- c. 建議履勘要點應明訂 IV&V 的驗證範圍。
- d. 建議國內 TAF 應發展可認證軌道運輸系統 ISO/IEC 17020 的資格與能力。
- e. 目前新北的捷運計畫尚未決定營運單位，僅於契約中保留機關要求廠商啟動代操作營運的權利，故於興建階段探討諸如危害登記冊等牽涉到營運單位應該參與的議題，則要求 IV&V 單位處理。

10. 台北捷運公司

- a. 建議研究報告除了探討修訂履勘作業要點以外，可以補充摘錄中央與地方政府捷運法規體系中，有關 IV&V 後段對於營運維修性能監控、變更翻新、停用處置等條文規範，已有適用執行依據。
- b. 台北捷運目前在營運維修上，遵循捷運法規各項要求，持續改善精進系統指標，提供世界頂尖的服務水準。

11. 高雄市捷運工程局

- a. 安全證明書是履勘的重點，也應是獨立驗證單位(IV&V 或 ISA)的主要工作。
- b. 功能、品質應由 PCM、ICE、ISE 做確保。
- c. EN 50126/8/9 說明了安全等級與獨立評估的制度，研究單位規劃 IV&V 應辦作業時可參考該規範。

八、主席裁示

- a. 請研究團隊參酌專家建議補充研究成果。
- b. 部分建議若不屬本研究範疇可納入後續研究方向供相關單位參考。

九、散會。

附錄3.3 第三次專家學者座談會

- 一、日期及時間：106 年 10 月 18 日下午 02 時 30 分
- 二、地點：本所 5 樓運安組會議室
- 三、主持人：葉副組長祖宏

四、記錄：吳熙仁

- 五、出席單位：(略)
- 六、進度報告：(略)
- 七、專家學者意見：

1. 吳翼貽 顧問

- a. 應思考期望 IV&V 做的事情與所需經費、實際給予經費是否相符。
- b. 研究團隊為了實務可操作性而保留了許多彈性做法，但要注意這樣的彈性做法恐會失去了最底限的要求，失去訂定細則的意義。
- c. 針對不定期報告的時間點應有基本的要求，例如設計變更對專案有重大影響，應具體要求設計變更時 IV&V 須提出不定期報告。
- d. 應思考驗證機構的基本要求，例如專業人員資歷、人力規模、公司規模、實績等。
- e. 關於附件 2 的驗證項目參考清單，若所列項目均納入驗證範圍，需要一定規模的驗證團隊，實務上該如何組成這樣一個團隊是值得探討的課題。
- f. 關於營運安全的驗證，應透過層層證據的查驗來確保。
- g. IV&V 的執行計畫應述明驗證項目。

2. 吳松竹 顧問

- a. 建議細則的研擬應朝精簡方向。
- b. 履勘要點本文的修訂說明應避免誤解，例如簡報說明「應導正…」用詞恐造成過去誤用的誤解，實際上高鐵專案即以 IV&V 作為獨立查核、檢驗及認證的簡稱，建議研究團隊應修正說明。
- c. 關於附件 3，工作執行計畫書的作業內容，應注意品質管理只是 IV&V 團隊驗證的要項之一，實際上還有很多評估項目。
- d. 關於 IV&V 的「I」，建議還是以「獨立性」來解釋而非「公正性」。
- e. 關於機關、執行單位之定義用字應再釐清。
- f. 關於 IV&V 的基本作業期程，可考慮明確要求從設計直到試營運「結束」。

- g. 關於細則條款順序，建議先說明原第 9 條各階段報告再規定原第 8 調整體報告規範較適當（兩條對調）。
 - h. 應思考 IV&V 與 ISA 在實務上的作業方式如何區別。
3. 尹守紀 顧問
- a. 關於查證與確證、認證與驗證的定位並不相同，前者是作業方法，後者是法律位階的名詞。
 - b. 目前軌道業界的 IV&V 與其他產業談到 IV&V 的作業內容有很大不同，軌道業界的 IV&V 嚴格來說是 Independent「Review」 of V&V。
 - c. 國內應思考是否需要整體系統的 Certification，因為就算戰機的研發也沒有整體系統的 Certification。
 - d. 關於附件 2 所建議的驗證項目清單，應思考目前實務上執行 IV&V 與 ISA 的單位不見得有足夠的專業與能力執行這些項目的驗證工作。
 - e. 關於驗證機構，可參考美國 Safety and Security Committee (SSC) 的機制，由政府指派的官方單位擔任驗證機構最符合公正性，也能確保專業性。
 - f. 應思考附件 3 的不符合項目納入 IV&V 作業範疇的適當性。
 - g. 目前業界常聽到的 EN 50126、50128、50129、50159 是規範號誌與通訊系統的 RAMS 作業，與全系統的 Certification 無關。
 - h. 完善的整體系統 V&V 作業是重點，然而國內現況並沒有完整的 V&V 規範與依據才是問題的核心。
4. 高雄捷運工程局
- a. 應思考如何培植國內機構具備 IV&V 的資格。
 - b. 用公正性來解釋獨立是可行的做法。
 - c. 關於細則第 3 條規範了 IV&V 須驗證安全、功能、品質、RAM，是實務上造成 IV&V 與設計、監造職責混淆的原因。
 - d. 營運安全應是獨立單位 IV&V 的驗證重點，因功能規格都符合也不一定代表安全。
5. 高速鐵路工程局
- a. 以機場捷運為例，因應實務上需要，IV&V 的整體系統驗證與認證報告在試營運結束前即已提出。
 - b. 關於大眾捷運系統在營運階段的安全維護與監督辦法，可釐清在民營鐵路或傳統鐵路是否有類似的要求。
6. 鐵路改建工程局
- a. 驗證機構資格應明確。
 - b. 建議研究團隊進一步評估附件 2 所列驗證項目若納入 IV&V

範疇所應編列的經費額度，以利後續執行單位參考。

- c. 附件 3 用字應再精準，例如表 1 註解的「可以是…」不明確。

7. 台灣高速鐵路公司

- a. 台灣高鐵過去興建階段，IV&V 即是「獨立查核、檢驗與認證」之簡稱。
- b. 附件 1，第二條，建議研究單位再考量納入名詞解釋的適當性。
- c. 附件 1，建議法條內容不宜納入國際標準。
- d. 附件 1，第八條、第九條，要求 IV&V 報告中說明不符合項，此作法屬於品管要求，並非 IV&V 作業內容。
- e. 附件 1，內文多處使用「驗證報告」，應統一為「驗證與認證報告」。
- f. 建議附件 2 不宜列入法條以免實務上窒礙難行。
- g. 關於附件 3 所要求內容，應考量國外機構不見得能符合要求。

8. 台北市捷運工程局

- a. 關於細則內容仍未收斂。
- b. 研究成果中應明確說明附件 1、2、3 之定位，例如那些附件內容會納入法條，那些僅供執行單位參考。
- c. 關於營運安全的驗證，包括 ISA 應辦理的範圍應明確。
- d. 關於機關自行辦理 IV&V 的規劃，有哪些資格要件須滿足應明確說明。
- e. 由於附件 1 屬於履勘要點的附件，相關用詞應承襲履勘要點的用字，例如「試運轉」應更正為「試營運」，其他用詞請研究團隊重新檢討。
- f. 附件 2，程序與訓練大項，目前內容未有訓練相關驗證要求，建議研究團隊補充或更正大項用詞。
- g. 附件 2，土建軌道與設施機電大項，其中的環控系統，經檢視研究團隊所列內容應是針對隧道，建議原本的「環控系統」可改為「隧道」，至於原本內容提及的環境偵測監控、車站防火排煙可歸類到其他子項。
- h. 附件 3 提到人員切結證明，建議研究團隊說明更明確的切結內容供執行單位參考。

9. 新北市捷運工程局

- a. 附件 1，「為辦理…」應更正為「依…」。
- b. 附件 1，建議第二條刪除，且不應加註「詳 xxx 標準/法條」。
- c. 附件 1，法條不宜使用英文。
- d. 附件 1，應考量已執行專案是否能滿足細則的要求，否則會

造成執行機關困擾，例如法條內容多次提及「由機關與執行單位協議之」，對已完成簽約的專案來說不適用。

- e. 附件 1，應注意條文用詞，例如「本報告」與第八條、第九條所提及的報告恐造成混淆，其他可能造成混淆的類似名詞建議研究團隊通盤檢討。
- f. 附件 2，所列項目繁多，對正辦理 IV&V 機關來說難以符合。

10. 台北捷運公司

- a. 驗證機構資格應予以釐清，建議交通部可擔任認證機構來認可驗證機構。
- b. IV&V 不能完全保證營運安全，有了 IV&V 也不代表系統安全、功能、品質無虞，交通部仍應改善、精進整體機制、規範、查證確證依據與標準等。
- c. 附件 2，建議納入防洪相關項目。

11. 桃園捷運工程處

- a. 目前桃園綠線 IV&V 合約要求已符合研究團隊建議。
- b. 建議研究團隊釐清執行單位如何參酌附件 2、附件 3 來管理、規範 IV&V 作業。

12. 高雄捷運公司(書面意見)

- a. 附件 1，第五條，關於整體系統要求，附件 2 內容廣泛，某些部分可能不適用(如捷運無架空線、輕軌無月台門)，建議施行細則第五條應修訂為「視需要得增加/修訂驗證項目，由機關與執行單位協議之」。

八、主席裁示

- a. 請研究團隊再思考附件 1 使用「施行細則」是否適當。
- b. 研究成果應兼顧可操作性、效用性。
- c. 營運安全驗證的要求應更明確。
- d. 驗證機構的專業與經驗應納入考量。

九、散會。

附錄 4 專家訪談摘要

背景說明

因應「大眾捷運系統履勘作業要點」之規定，近年我國軌道系統建設、升級、設備採購均導入 IV&V 機制，藉以確保安全、功能、品質無虞，然而，細究履勘作業要點內容，並未有明確的 IV&V 作業細則，因而產生了以下問題：

1. IV&V 定義與定位不明，與國際上常見之驗證與認證（Verification and Validation，V&V）、獨立安全評估（Independent Safety Assessment，ISA）、獨立軟體評估（Independent Software Assessment，ISwA）、獨立審查工程師（Independent Checking Engineer，ICE）、獨立監造工程師（Independent Siting Engineer，ISE）定位產生混淆。
2. IV&V 執行資格不明，應具備哪些國際認可（Accreditation），該如何評估其獨立性與人員資質等。
3. IV&V 應執行作業不明，不同的 IV&V 執行單位之作業範疇、報告內容不盡相同。
4. IV&V 證書範疇不明，採購機關不易了解證書的保證範圍為何、依據為何、限制為何。
5. IV&V 於履勘階段應揭露資訊不明，未必解除履勘委員之安全疑慮。

有鑑於此，為健全我國 IV&V 機制，本研究將回顧過去國內 IV&V 的執行方式與相關報告內容，同時參酌國際上第三方評估機構的作業方式與慣例，據以規劃我國 IV&V 的作業範疇與應提送報告之內容，並整理為「大眾捷運系統履勘作業要點」的修訂條文草案，過程中將

透過訪談專家學者、辦理座談會的方式汲取產、官、學、研各方意見以使本研究成果更為完備。

訪談議題與專家經驗

1. 請問您對國內目前軌道建設計畫，在組織架構上有何建議？下圖提供可能的一種組織架構供您參考。

專家經驗整理：

- (1) 可回顧歐盟 NoBo、DeBo、AsBo。
 - (2) 按照國際上作法，僅新產品需要 ISA，特定應用部分由 V&V 來執行即可。
 - (3) 可參考美國 FRA 制度。
 - (4) 應補充 IV&V 對設計查核單位與監照單位的評估。
 - (5) 以機場捷運來說，IV&V 主要評估設計查核單位與監造的意見。
 - (6) 關係圖中應釐清文件如何傳遞。
 - (7) 一般來說，IV&V 未直接與承商接觸溝通。
 - (8) IV&V 評估以間接證據為主，有必要時才直接取得證據。
 - (9) 以機場捷運為例，SIL 4 方要求聘請 ISA。
 - (10) 承商的 V&V 作業應妥善要求。
2. 請問您對可執行 IV&V 作業的廠商資格有何看法？目前的做法如下供您參考：
 - (1) 曾辦理 IV&V 之完工證明，並針對經費規模、系統範圍額外訂定要求，ex: 南迴電氣化。
 - (2) 僅要求曾辦理 IV&V、ISA、V&V 之完工證明，例如淡海輕軌。

- (3) 要求曾辦理 IV&V、ISA 之完工證明，並要求具備政府或認可機構授予之軌道系統評估資格，例如正辦理公覽的桃園綠線。

專家經驗整理：

- (1) 應是具有 Accreditation 的廠商。
 - (2) 只要是有公正單位認可的廠商即可，重點是簽證人員有資格、被授權。
 - (3) 可考量如何本土化、在地化。
 - (4) 建議以國際標準認可的單位為宜，例如 UKAS 依據 ISO/IEC 17020 授予的認可，由公正機構檢視其獨立性、人員資質等，否則僅以過去實績難以確保廠商現況的獨立性、人員資質等。
3. 請問您對 IV&V 機構辦理驗證、認證、評估作業時，所依據的標準、執行方法、執行人員有何建議？(目前業界常見的標準為 EN 50126、EN 50128、EN 50129，惟這些標準主要著重在系統保證與獨立安全評估的要求)

專家經驗整理：

- (1) 主要還是應專注在機電系統的評估。
- (2) IV&V 計畫經理應有驗證認證經驗。
- (3) 可回顧美國 CFR49 238。
- (4) 可回顧澳洲、紐西蘭的作法。
- (5) 驗證認證作法可參考 ISO/IEC 15288。
- (6) 可參考 MIL-881 中 WBS 的概念。
- (7) 相較於 IV&V，落實 V&V 更重要。
- (8) 主要還是依據這些國際標準，本土化無利於業界的國際競爭力。

4. 請問您認為 IV&V 應驗證、認證、評估的範圍為何? (按履勘作業要點，IV&V 的範圍為全系統，包括機電、土建、環控等等，惟國內已有設計審查制度、技師制度、監造制度、品管制度等，IV&V 單位若涉入重複作業常引起疊床架屋之嫌，若僅作程序審查又易遭質疑證書的可信度，且營運後的安全性目前也未被納入 IV&V 的驗證認證範疇)

專家經驗整理：

- (1) 根據過去高鐵經驗，IV&V 參加會議多為觀察員身分，不介入討論以維持獨立性。
- (2) 土建部分可不需要 V&V，IV&V 仍可稽核、查驗。
- (3) IV&V 的角色在於第二層、第三層的確認。
- (4) 至少參與 V&V 審查。
- (5) 根據 15288 要求，已系統層級為評估標的。
- (6) 多層保障的概念未嘗不妥，也夠過這樣的機制審視設計查核單位、監造單位是否善盡其責。
- (7) 應專注在機電系統、土機界面，以安全、功能為主。
- (8) 在國內既有的簽證制度下，IV&V 著重在審查。
- (9) 若將 IV&V 工作延長到營運期，要注意如何執行履約管理。
- (10) 各單位應各司其職。
- (11) 以三鶯為例，SIL 0 以上都需要聘請 ISA。
- (12) IV&V 應基於證據進行型式、功能、性能審查。
- (13) IV&V 的證書還是有其但書，由營運單位控管。
- (14) 針對土建部分，機場捷運 IV&V 關注的有防火、逃生、通風、邊坡等。
- (15) 以機場捷運來說，IV&V 主要著重在安全部分的評估。

5. 請問您對於 IV&V 機構最終發出的證書應保障範圍的建議為何？
若為安全、功能、品質、RAM 是否恰當？

專家經驗整理：

- (1) 證書主要在證明符合性、可營運。
- (2) 證書主要在證明符合性、可營運。
- (3) 安全、功能、品質、RAM。
- (4) 機場捷運為安全、功能、品質、RAM。

6. 請問您認為履勘時 IV&V 機構所提供的報告應揭露資訊為何？例如高風險項目的全生命週期控管狀況、營運演練缺失與改善情況、證書的限制條件或前提等。

專家經驗整理：

- (1) 以高鐵經驗，主要在報告尚未 close 的意見，已 close 的內容不贅述。
- (2) 系統能否安全無虞通車非履勘委員責任，不宜揭露過多資訊。
- (3) IV&V 證書的重點是佐證所有程序已完備。
- (4) 以機場捷運來說，提供相關意見的關閉證據與說明佐證最終證書，意見記錄欄位包括 日期、系統別、意見內容、證據說明、關閉日期。

7. 針對國內目前 IV&V 的作業方式及您實務上遭遇的問題，您有何分享或建議？

專家經驗整理：

- (1) 計畫經理應是被授權的評估人員。
- (2) 不應將 IV&V 當成顧問。

- (3) IV&V 評估範圍不宜包山包海，例如時程管理不是 IV&V 的範圍。
- (4) IV&V 不宜直接提出建議。
- (5) IV&V 的評估範圍應著重在關鍵課題。
- (6) 應視 IV&V 為多一層的保障。
- (7) 應建立 IV&V 文件標準範例。
- (8) 不只是 IV&V，國內設計審查單位應著重在系統層級的審查，WBS 下拆解的細項文件沒有審查必要，審查者也不見得有能力。
- (9) 可考慮提供 IV&V 契約範本。
- (10) 釐清 PCM、統包、IV&V 之職責。
- (11) 應讓地方政府了解 IV&V 執行的依據、重點。
- (12) 規劃階段導入 IV&V 為宜。
- (13) IV&V 意見應逐階段關閉。
- (14) 地方政府有時程、進度壓力，IV&V 開具的意見應有所依據，也不應與計畫進度完全脫鉤
- (15) 給予 IV&V 責任，也應給予同樣的權力，應透過契約條款約束廠商重視 IV&V 意見。
- (16) 可思考系統延伸、汰換時的 IV&V 該如何規範與要求。
- (17) 機場捷運的 IV&V 主要出具報告為月報、季報，於契約計價時間點會出具里程碑報告。
- (18) 建議中央應培訓地方政府相關知識，例如未來驗證認證中心可培訓，或請各單位分享知識等。

附錄 5 期中報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫

■期中□期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：MOTC-IOT-106-SBB002

大眾捷運系統獨立驗證與認證（IV&V）規範及其報告撰寫規範之研究

執行單位：財團法人中興工程顧問社

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
(一) 臺灣科技大學電機系 陳教授在相		
1、「正式規定：『大眾捷運...安全無虞』」中的左右雙引號應刪除，因非照錄原條文，另因與原條文規範不同，應更正，或保留引號但照錄原文。（註：本計畫在研訂規範，應注意用詞的正確性與精確性）。(P1-1)	修訂報告已更正為： 我國於民國 99 年 7 月發布之「大眾捷運系統履勘作業要點」（以下簡稱履勘要點），第 3 條明確要求大眾捷運系統工程建設及營運機構，於報請辦理初勘前應提出「整體系統之獨立驗證與認證報告註」（以下簡稱 IV&V (Independent Verification and Validation) 報告)，同要點第 12 條亦規定：「本要點修正發布施行後，尚未奉行政院核定之計畫，未來初、履勘時應提出整體系統之獨立驗證與認證報告。至於已奉行政院核定之計畫，仍應至少提出包含機電系統之驗證與認證報告。」	同意。
2、「『大眾捷運法』也將輕軌系統納入作業的範疇」用詞應欠妥適，宜修正為「『大眾捷運法』也將輕軌系統納入規範」。(P1-1)	本段文字於修訂報告已移除。	同意。
3、「歐盟 IEC 61508 標準之 EN 50126、EN 50128、EN 50129 等 3 個...」語意欠明確，是否為「歐盟按 IEC 61508 標準所制定之 EN 50126、EN 50128、EN 50129 等 3 個...」，請澄清或更正之。(P1-4)	同意委員所述，惟此敘述乃招標契約之文字，故修訂報告未更正，但於 CH2 文獻回顧時將補充論述。 (2.3.2 節，本節依序扼要回顧 IEC 61508、EN 50126、EN 50128、EN 50129 等標準，以及與 IV&V、V&V 相關之標準。...) (P2-53)	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
4、 「3.罰則... (2) 若發現缺失... 無法提出務實可行之缺失矯正方法...」 是否有適用範圍之界定? 否則, 可能涉及技術面或工程面之干涉與責任, 與統包商之責任恐不易釐清, 請詳為查證並說明之。(P3-16)	經與執行單位確認, 於三鶯線招標時已修正, 修訂報告更新如下: 若發現問題, 但於其所提之各項報告中未載明引用依據或未提出已有實際執行之類似系統案例經驗作法供甲方參考, 導致議題發散無法解決, 致甲方遭受損害; 另未能發現問題或發現問題隱瞞未於其所提之各項報告中預警, 致甲方遭受損害, 皆依契約罰則規定辦理。(P2-21)	同意。
5、 「得標廠商為日本車輛...」應非正確, 車輛為日本車輛製造株式會社(國內常稱之為「日本車輛公司」)所製造, 應無問題, 但得標商為「日商住友商事株式會社」, 請查明更正之。(P3-19)	經查證, 日商住友商事株式會社為 EMU 700 之得標廠商, EMU 800 則於 100 年 1 月 12 日由台灣車輛股份有限公司得標, 故更正為: 該採購案得標之廠商為台灣車輛股份有限公司, 而獨立驗證與認證機構則為英商莫特麥克唐納工程顧問公司。(P2-24)	同意。
6、 同一頁有「柴油調動機」與「柴液調動機」2 詞, 應一致, 並應依台鐵用詞統一正名為「柴液型調動機」。(請先查明!)(P3-19)	統一更正為「柴液調動機」。(P2-23)	同意。
7、 「(3)」應刪除, 後續序號配合修改。(P3-26)	已更正。(P2-35)	敬悉。
8、 「電力接地」宜更正為「電力系統接地」。(P3-51、P5-3)	已更正。(P2-71、P5-7)	敬悉。
9、 「電力需求」宜更正為「電力系統設計與裝置規則」。(P3-53)	已更正。(P2-74)	敬悉。
10、 IV&V 進場的時機, 請一併評估。(General)	已於 5.1.3 節建議可於細部設計階段進場, 並可考量提前於基本設計階段進場更有利。(P5-8) 至於法令條文中則不硬性規範進場期程以保留彈性, 改增訂附件第 3 條第(三)項要求應於 IV&V 報告中說明。(P4-5)	同意。
11、 在參引國外法規的時候, 不宜僅列中譯文, 建議將原文一併列出。(General)	遵照辦理, 針對專有名詞會盡可能並列原文, 並標註出處以利讀者查詢。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
12、 IV&V 的中文名詞應以正確為要，未來履勘作業要點應配合修正。（General）	IV&V 的中文名稱應為「獨立查證與確證」，第二章除文獻用字外已統一更正名詞，惟履勘要點所需應為獨立驗證報告（與認證無關），4.1 節已提出更正名詞之建議（P4-1）。	同意。
13、 後續履勘要點條文修訂時宜明確，例如提出的方案中寫到「相關系統」並不明確。	經與專家學者討論後，仍維持整體系統用詞。	同意。
14、 後續履勘要點條文修訂時應考量已核定計畫與未核定計畫之因應做法。	建議修訂履勘要點第十二條：「至於已奉行政院核定之計畫不在此限。」。（P4-3）	同意。
（二） 民航局標準組 林組長俊良		
1、 本報告的研究及建議內容整理完整，建議對監理者、營運者及統包承租的角色評估，可更釐清 IV&V 的功能。	2.5.2 節探討課題前，補充圖 2.24 說明監理者、營運者及統包承租的角色。（P2-88）	同意。
2、 在航空領域，在給證（Certificate）有三個角色不同，一是飛機製造商（發動機），二是業者（航空公司），三是監理單位（民航局），民航局在執行飛機系統建驗過程，會借用飛機製造商的專業人力，利用委任代表機制（因有專利商業機密），執行產品及其零組件的設計及生產檢定。有關航空公司的營運能力檢定則是另外的檢定程序進行，確保其組織功能及專業人力配置符合法規，特別是安全管理系統之建置，應參考。	敬悉，2.3.1.3 節補充歐盟軌道領域作法，2.3.1.4 節補充澳洲 AEO 機制，並將航空領域做法納入後續研究建議。	同意。
3、 在 IV&V 的過程，亦應有個不同等級的規範標準，例如高鐵、捷運、輕軌三級，以及機電、軌道、控制...等子系統之最低標準。對未來的各型車輛、子系統之零組件及介面的供給體系將很有助益。	標準、準則的確為 IV&V 作業的關鍵，惟目前國內軌道界尚未整理完整可供遵循的標準或準則清單，本研究於 3.3.2 節補充相關準則供參考（P3-10），另研究也發現澳洲有類似做法，已納入後續研究建議。	同意。
（三） 中國驗船中心 吳前總驗船師順銘		

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
1、研究單位提出未來努力方向，建議輔導 TAF 具備軌道 17020 驗證機構授證能力及政府認證官方機構統籌辦理 IV&V。本人建議加上一點「鼓勵本國 IV&V 單位申請國際認證，如 UKAS、DAkkS 等」。	國內目前具 IV&V 實績的廠商，例如 RICARDO、萊因、南德等，其集團下均有部分子公司取得 17020 檢驗機構認證，惟受限國內採購法，台灣子公司或分公司均不具資格。至於一般顧問公司則因市場有限、成本費用問題不具取得歐盟 17020 認證之誘因。	同意。
2、中國大陸最近大力發展軌道工程如高鐵、捷運等，但報告裡只在 Page 31 約略提到，建議再深入探討其 IV&V 制度。	新增 2.3.1.5 節 (P2-46)，彙整中國大陸於 2016 年新頒布「鐵路建設專案國家驗收實施辦法」之內容供參考。	同意。
3、IV&V 之重點確實在「安全」，但其範圍畢竟在硬體及操作效果。但日後運轉後人為之操作疏忽防範，如訓練、疲勞，亦請提出一些未來之規範。	安全分析中，會針對營運維修行為進行營運與支援危害分析，對照營運維修手冊確保相關營運維修危害已被控管；至於疲勞管理，部分國家對營運單位的安全管理系統有規劃疲勞管理項目，105 年研究案有初步探討，將把委員意見納入本期研究之建議並補充上述說明。	同意。
4、思考 IV&V 之範圍，可從深度（符合性證據）、廣度（例如驗船 IV&V 包括機電、船體、輪機等）、長度（例如驗船 IV&V 也確保後續的營運）思考。	感謝委員建議，廣度部分彙整於表 5-2 (P5-6) 供參考；長度部分建議至少涵蓋細部設計至試運轉，但也保留機關提前或延後的彈性（圖 5.5，P5-9）；深度部分，在 4.2 節增修附件中已規範 IV&V 報告應說明內容 (P4-5，第 3 條)，相關準則與標準將納入後續研究建議。	同意。
5、IV&V 應具備驗證的資格，也應有自己的準則與查證確證規範。	關於 IV&V 資格，已於增修附件第 3 條要求應說明專業性與獨立性 (P4-5)，並於 5.1.1 節說明實務操作案例 (P5-1)；關於準則，已納入增修附件第 3 條第 (四) 項要求 (P4-5)，至於準則與標準細節將納入後續研究建議，3.3 節舉例說明。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
6、航運界的做法是，公部門業主會要求船製造商聘請有驗證資格的 IV&V 專業機構，或是提供符合資格的驗船協會讓船製造商自行挑選，私部門業主也有直接指名 IV&V 廠商的作法。	感謝委員建議，已於後續研究建議補充航運、空運界做法供軌道界參考。	同意。
7、若由政府直接指派公部門擔任 IV&V 來辦理驗證作業，要注意是否有不獨立的問題。	「獨立」並沒有標準定義，本研究經回顧國際上作法後，建議以 ISO/PAS 17000 系列的「公正」定義來代表「獨立」，如此能保留可操作性也才有機會扶植國內技術，詳 5.1 節說明（P5-1）。	同意。
（四）交通部高鐵局 張副組長偉能		
1、因捷運系統工程往往涉及公眾性議題，因此就工程興建單位而言，所謂 IV&V 的 I（獨立）字，就是第三公正，希望能獨立於工程興建單位、營運單位或相關主管機關之立場，提出超然、專業及具有公信力之公正報告。因此，建議研究單位應考量這項需求，釐清 I 字的定義，並訂定統一作法。	「獨立」並沒有標準定義，本研究經回顧國際上作法後，建議以 ISO/PAS 17000 系列的「公正」定義來代表「獨立」，如此能保留可操作性也才有機會扶植國內技術，詳 5.1 節說明（P5-1）。	同意。
2、就 IV&V 的 V&V 部分，應整合工程興建單位、監造單位、主承商或統包商、子系統廠商，甚至營運單位等，將工程規劃、設計、製造、安裝、測試、試運轉及穩定性測試等階段之相關工作成果，納為 IV&V 各階段報告之佐證或支持文件。因此，建議研究單位於研提 IV&V 應提送之階段性報告時，應併予釐清相關單位應配合提供之佐證或支持文件，包括重大或關鍵觀察事項之關閉情形。	感謝委員分享，同意此應為 IV&V 作業方式，惟 IV&V 也應有公正的評估標準與準則，ISA、監造、設計查核單位及承商、分包商等之證據均為判斷這些標準與準則符合或不符合的依據，不僅是程序上的再確認。 已將此要求納入增修附件第 3 條第(五)項要求（P4-5），要求各項報告內容應納入驗證機構曾提出之重大觀察事項相關追蹤管理、關閉說明。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
3、建議 V&V 報告應包含品質、功能、安全及 RAM 等內容，惟以安全為主軸，品質及功能為輔，雖相關工作已屬監造單位之工作範疇，仍宜請 V&V 協助業主取得公正、專業之第三方意見；而 RAM 涉及系統穩定性之確認，亦屬捷運系統通車營運之要項，亦宜納入 V&V 之觀察範圍。	本研究建議 IV&V 報告以驗證無營運安全之虞為主要目的，不侷限因此衍生的品質、功能、RAM 等範圍，詳 3.2 節說明（P3-3）。	同意。
4、有關履勘作業要點所提之「整體系統」或「機電系統」，兩者之差異為何？建議應予以釐清，惟若涉及安全關鍵項目，無論屬機電系統或土建系統，建議均應納入 V&V 觀察項目。另外，從時間軸來看，無論 V&V 之觀察範圍為何，建議均應將營運單位納入觀察，確認營運單位已完成相關危害移轉工作。	經與專家學者討論後，修訂報告仍維持整體系統用詞。 表 5-2 補充可考量納入驗證範圍之項目，其中也包括營運與維修行動（P5-6）。	同意。
5、為建立全國捷運系統工程一致性之做法，建議應有專責之機構或單位，統一建置 V&V 之相關作業規則並辦理教育訓練工作。	遵照辦理，已納入後續建議事項。	敬悉。
6、以機場捷運專案為例，高鐵局有要求 IV&V 評估桃捷公司的營運規章、危害控制措施等，惟因營運單位非隸屬高鐵局管轄，過程中須與營運單位持續溝通協調。	感謝委員分享，關於興建單位與營運單位與 IV&V 之關係及職責，已於 3.1 節補充說明（P3-1），並建議短期相關單位辦理 IV&V 招標時應評估各自專案特性納入契約條款，或盡早與各單位協調。	同意。
（五） 新北市府捷運工程局 林副總工程司逸羣		
1、 相關修正之作業要點下列建議應予接露以利執行機關據以執行。	敬悉。	敬悉。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
(1) IV&V 應由誰聘請，牽涉日後執行組織、架構及作業流程。	根據國際趨勢，若是國際上常見各子系統的 ISA，本研究建議由廠商自聘，利大於弊；至於整體系統或整體安全的驗證，目前國內以業主招標為趨勢，惟考量各執行機關作業方式差異、未來扶植國內技術的可能，建議增訂之附件條文不硬性規範，保留實務操作上的可能性，詳 5.1.1 節說明（P5-1）。	同意。
(2) 整體系統為何範圍應予明定，另資格應予確認以利預算編列。	考量不同專案差異，修訂報告建議之附件條文中未硬性制定範圍，改於表 5-2 提供可考量納入驗證範圍之項目（P5-6）供執行單位參考；關於經費則應考量系統複雜度、期程、作業要求等，並無一定標準，於表 2-8 補充比較國內過去 IV&V 專案經費供參考（P2-28）。	同意。
(3) 引入 IV&V 的時機：應從規劃階段即需參與以避免修改的成本將大幅增加甚至會影響到整個專案的工期。	感謝委員建議，於 5.1.3 節（P5-9）依我國軌道系統推動程序，包括規劃、基設、細設、興建測試、營運等，對照生命週期 14 階段說明 IV&V 應辦理期程，惟考量各機關作業方式差異，要求至少於細部設計階段須辦理 IV&V，經費、作業許可下能於基本設計開始更佳。	同意。
(4) 廠商方應同時納入獨立安全評估（ISA）：IV&V 可利用交互認證引用 ISA 的安全證明文件，後續僅需針對相關子系統間相關界面，所缺乏相關安全證明之部分與系統特定應用等範疇進行評估即可，如此可以讓整個安全驗證與認證更為完整。	感謝委員建議，已於圖 2.24 說明各單位職責（P2-88），並於 3.5 節說明此概念，相關細則、辦法則納入後續研究建議。	同意。
（六）尹顧問守紀		
1、以航空業為例，飛機的生產製造並無全系統的 IV&V。	感謝委員建議，已於 2.5.1 節（P2-85）結論說明全系統 IV&V 為我國首創，且對 IV&V 的作業認知也與國際認知有差距。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
2、V&V 屬於系統工程的作業範疇，應關注軌道系統 V&V 的作業要求。	感謝委員建議，已於圖 2.24 (P2-88) 補充說明 V&V、ISA 與 IV&V 之職責分野與定位。	同意。
3、參考國外案例，僅高度安全相關的功能才有 IV&V 的需要。	敬悉，已於 2.5.1 節 (P2-85) 結論說明。	同意。
4、無論是 EN 50126 或 TSI 所需要的 NoBo、DeBo 機制，都是歐盟為了確保安全，在綜合考量各國與市場情況下所設計的機制。	敬悉，2.3.1.3 節補充歐盟作法 (P2-39)。	同意。
5、以美國為例，IV&V 所做的是 Independent Review of V&V，屬於符合性的評估，僅說明查證確證項目為「符合」或「不符合」。	敬悉，已於 2.5.1 節 (P2-85) 結論第 3 點說明軟體業界所執行的 IV&V 與國內軌道系統目前 IV&V 作業上的不同避免混淆。	同意。
6、究竟需不需要 ISA、ISwA 應審慎思考，參考 EN 50129 的內容，僅建議系統有重大變更者方需要執行獨立安全評估。	同意委員所述，包括英國、澳洲機制都可看出僅有影響安全重大變更方需要獨立驗證，惟考量系統是否有重大變更在招標階段不易釐清，為方便招標作業，本研究建議後續可深入研擬 ISA 細則與規範，若後續確定無重大變更，則 ISA 作業內容勢必會簡化，若有重大變更也較無疑慮，無論何種情況，都將要求 ISA 出具報告作為 IV&V 驗證基礎之一，此概念說明於 3.5 節 (P3-15)。	同意。
7、IV&V 應不需要評估 ISA，ISA 僅提供其評估報告或證書給甲方。	同意，於 3.1 節修正說明 (P3-1)。	同意。
8、當 IV&V 專業機構被要求的作業項目越多、評估範圍越廣時，應思考所需要的成本及專業人員的需求。	同意，表 2-8 (P2-27) 補充國內過去 IV&V 專案經費供參考，同時 6.2 節後續短期建議中，提醒辦理機關應注意 IV&V 作業與所需經費的關係。	同意。
9、若品質須納為 IV&V 的評估標的，則可考量將類似 ISO 9001 主導稽核員的要求納入 IV&V 資格；功能部份則無標準可遵循，如何評估其符合性應納入考量。	感謝委員建議，已納入後續政府認證 IV&V 資格之考量，並建議應持續研擬各項功能標準作為驗證依據。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
10、無論 IV&V 或 ISA，應關注其範圍與依據標準。	於建議增訂的法規附件中，第 3 條第（二）、（四）項要求 IV&V 報告應說明範圍與基準（P4-5）；表 5-2（P5-6）、3.3.2 節（P3-10）提供指引供參考。	同意。
11、另針對期中報告提供書面修訂說明供期末報告修訂。	已參酌委員建議更正、補充說明。	敬悉。
（七）交通部運輸研究所 陳副所長天賜		
1、若將「保安」納入 IV&V 範疇，應釐清其依循的標準為何。	修訂報告移除「保安」字眼。	同意。
2、系統與系統間的界面需求、安全與規格的需求，該如何透過 V&V 機制查證確證？	V&V 作業會在設計、測試階段分別就查證確證項目辨識可能相關的界面議題執行衍生的查證確證，詳圖 3-5（P3-6）。	同意。
3、應釐清 IV&V 專業機構的責任。	IV&V 專業機構目的是出具報告提供安全無虞資訊供初、履勘委員了解，補充於圖 2.24（P2-88）釐清國內目前 IV&V 機制現況。	同意。
（八）交通部路政司（書面意見）		
1、IV&V 納入捷運履勘要點不僅是著重於系統安全，還要確保系統介面整合成果，以維營運初期能有一定服務品質。	敬悉，本研究建議營運安全無虞是 IV&V 報告主要應揭載資訊，涵蓋相關的功能、品質、介面整合要求。	敬悉。
2、IV&V 由地方主管辦理捷運計畫時統籌辦理，基於捷運及輕軌系統特性不同，仍應有共同性要求項目，且後續營運報告及未來待執行事項應在履勘時臚列敘明。	敬悉，於增訂附件第 3 條第（五）項要求報告內容應包括「驗證機構曾提出之重大觀察事項相關追蹤管理、關閉說明。」（P4-5）	敬悉。
3、從簡報初步看起來台灣高鐵 IV&V 模式比較符合確保系統介面整合的方向，但是否符合個案計畫需求及實務執行是否會有窒礙之處應納入考量。	本研究建議專業與獨立（公正）是 IV&V 兩大要件，在此兩大要件均能符合下，不應限制 IV&V 的執行方式，如此方有機會扶植國內技術並持續精進驗證能量，詳 5.1.1 節（P5-1）說明。	同意。
4、辦理 IV&V 費用以往負擔對象整理及後續建議為何？	經費應考量系統複雜度、期程、作業要求等，並無一定標準，於表 2-8 補充比較國內過去 IV&V 專案經費供參考（P2-28）。	同意。
（九）交通部鐵路改建工程局		

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
1、參考表 5-2，IV&V 應出具報告規劃，建議依照系統生命週期並配合國內公共工程辦理之階段性表述，自可行性研究階段應將 IV&V 導入。	關於是否應於可行性研究階段導入仍待商榷，主要考量可行性研究階段尚無系統規格、功能等詳細資訊，無安全、功能、品質與 RAM 可查證內容。 本研究已於 5.1.3 節（P5-7）建議至少於細部設計階段須辦理 IV&V，經費、作業許可下能於基本設計開始更佳。 至於規劃作業，則建議於綜合規劃階段展開較適當(P4-7，4.3 節)。	同意。
2、國內公共工程辦理之階段性（如:可行性研究、綜合規劃、設計...等）尚未可與相關規範之生命週期（如概念、風險分析...等）描述搭配，建議本研究彙整相關資料，訂定對照或參照表。	已於 5.1.3 節（P5-8）依我國軌道系統推動程序，包括規劃、基設、細設、興建測試、營運等，對照生命週期 14 階段說明 IV&V 應辦理期程。	同意。
3、6-1 頁，履勘要點建議補充說明為「提出整體系統與安全相關項目之獨立查證與確證報告」，建議將安全相關項目列出，又報告與認證書於實務操作面或國際執行慣例是否不同，其代表之效力或需求是否一樣，仍請再與衡酌納入修訂。	修訂為維持整體系統要求，並提供表 5-2（P5-6）供參考。	同意。
4、建議將（1.）IV&V 所占專案之金額比例、（2.）執行 IV&V 之資格（如取得之認證 UKAS）如何與採購法所訂之特定廠商資格相互呼應、（3.）執行 IV&V 人員資格應具備相對應專案特性（如執行機電專案，IV&V 人員是建築專業，對現場查證或稽核之報告未可判讀）之考量納入。	（1）經費應考量系統複雜度、期程、作業要求等，並無一定標準，於表 2-8 補充比較國內過去 IV&V 專案經費供參考（P2-28）。 （2）本研究建議專業與獨立（公正）是 IV&V 兩大要件，在此兩大要件均能符合下，不應限制 IV&V 的執行方式，如此方有機會扶植國內技術並持續精進驗證能量，詳 5.1.1 節（P5-1）說明。 （3）同意委員建議，本研究建議後續可考量參考歐盟 ISA、澳洲 AEO 的作法，或比照美國 SSC 成立專責機構方式確保專業。	同意。 同意。 同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
5、南迴專案的 IV&V 作業並沒有跨足到營運，請修正簡報內容。	南迴專案的作業內容有包括系統保證中分析的營運議題，但期程上並沒有跨入營運階段。表 2-7 註 6 已補充說明。(P2-26)	同意。
(十) 交通部臺灣鐵路管理局		
1、建議 IV&V 的作業要求應考量彈性以利實務執行。	敬悉，本研究建議增訂的附件內容已充分考量作業彈性，詳 4.4 節說明。	敬悉。
2、根據過去臺鐵局的經驗，廠商與 IV&V 間有時對開具意見會有不同見解，建議研究單位應從 IV&V 定位上考量實務執行問題。	敬悉，針對 IV&V 專業機構的定位，本研究初步建議為「符合性評鑑」，故其意見只判斷符合或不符合，廠商應補充足夠證據證明符合 IV&V 所依據之準則。	同意。
(十一) 台灣高速鐵路股份有限公司		
1、1、P3-9、P3-10 關於高鐵過去辦理 IV&V 的說明有誤，提供更正說明，請更正。	已依委員意見更正 CH2 關於台灣高鐵的案例經驗。	同意。
(十二) 臺北市政府捷運工程局		
1、依報告 3.4.2 美國麻州 IV&V 指引說法，報告最終宜以最基本要求範圍之下限概念為原則擬訂規範，俾利規範可適用於不同專案特性，而由採購主辦單位依其專案特性決定適當擴大其 IV&V 下限範圍來執行。建請酌參精進。	遵照辦理，已以基本要求為主要規劃 IV&V 作業範疇，輔以提供額外工作供採購主辦單位參考。	敬悉。
2、報告中由第三章文獻回顧及擬定課題到第四章初步建議乃至第六章初步結論，略見其前後對應性較不明確，且所示之推導(論)過程內容建議再加強，似稍缺乏足夠之比較、分析、歸納、前後章分析成果引述(用)、說(論)理、評選、推薦及特別提示等元素。建請酌參精進。	關於第二章 2.5.2 節結論所述課題與第三章之初步方案，將補充說明作為第三章初步方案的立論基礎。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
3、略見報告中前面提列之問題點或強調之考量因素，卻於後面做成之建議或結論中卻引述及說明交待不明顯，無法確定是否有及如何納入報告之評量，亦不易直接閱讀就可瞭解其建議成果之成立條件為何？建請酌參精進。	關於提出之議題，已補充參酌的國際專案或機制。	同意。
4、文獻回顧蒐集之資料雖多，惟略見對應所有課題所需之資訊部分尚有缺或不完整（如專案執行 IV&V 之生命週期），影響比較、分析、歸納及評選。建請酌參精進。	關於提出之議題，已補充參酌的國際專案或機制。	同意。
5、封面；標題；「軌道系統」似乎較「大眾捷運系統」妥適？	此係依契約規定辦理，主要考量 IV&V 之要求源於大捷法。同意委員建議，相關機制應不僅限於大眾捷運，已於建議中納入後續研究成果可供臺鐵、區域鐵路發展機制之參考。	同意。
6、P3-9；3.2 節；建議蒐集增列各專案執行 IV&V 之生命週期範圍。	普遍於設計階段開始，淡海、安坑輕軌則提前到基本設計，已於 2.2.1 節國內專案回顧中補充。	同意。
7、P3-20；3.2.2 節；建議報告之章節編碼方式一致，改為 3.2.2.1 至 3.2.2.4。	已修正。	敬悉。
8、P3-20；3.2.2 節；同上，3.2.3 改為 3.2.2.5。	已修正，並新增 2.2.2.5 節比較國外專案之異同。	同意。
9、P3-20；3.2.2 節；依 3.2.1.1（P.3-9），表 3-5 高鐵專案 IV&V 係由廠商（非高鐵局）自費發包，並非獨立於承包商發包？建請確認澄清。	高鐵專案為 BOT 案，高鐵公司為業主，高鐵局為監理單位，而 IV&V 係由高鐵公司招標，非由承包商招標來展現獨立性，已補充說明於表 2-7 註 1（P2-26）。	同意。
10、P3-34；3.3.1 節；建議同 3.2.1.8 及 3.2.3，增列 3.3.1.5 小結，對 3.3.1.1 至 3.3.1.4 綜整比較，評論其異同、利弊、優劣、可能難題分析之細節，並列入相關課題後續檢討和建議之內容。	補充 2.3.1.7 小結。	同意。
11、P3-50；表 3-8；「知」應取得... 應為「之」應取得...	已更正。	敬悉。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
12、P3-58；表 3-10；有關 IV&V 參與越多影響獨立性，建請述明原因及參與之定義為何？並與後面建議之評估、稽核、現地見證有何差異？	(1) 此敘述引用自原文，原文獻在比較 IV&V 與 QA（品質保證）之異同時提到，一般 QA 會與專案團隊密切協作，而 IV&V 則僅出具報告指出缺陷供專案團隊導正，最終提醒 IV&V 涉入越多會越失去其獨立性。已將補充前述說明於報告中（P2-79）。 (2) 評估、稽核、現地見證指的是 IV&V 查證確證的「方法」，亦即為前述「涉入」的實際作為。	同意。 同意。
13、P3-58；表 3-10；表 3-10 之 IV&V 參與項目建議議題為何第四、五、六章皆未再加以討論及做初步建議及結論？	修訂報告表 2-14 乃針對「軟體」，相關規範可參考 IEEE 1012，與我國軌道業界目前執行的 Independent 「Review」 of IV&V 有很大不同，已補充說明於 2.5.1 結論。	同意。
14、P3-58；表 3-10；表 3-10 只適用「資訊科技」專案，那軌道及捷運系統呢？第四、五、六章請補充。又建議用專案成本 5 至 15%作為 IV&V 預算，那「軌道及捷運」系統呢？第四、五、六章請補充。	(1) 修訂報告表 2-14 乃針對「軟體」，相關規範可參考 IEEE 1012，與我國軌道業界目前執行的 Independent 「Review」 of IV&V 有很大不同，將補充說明於第二章結論。 (2) 經費應考量系統複雜度、期程、作業要求等，並無一定標準，於表 2-8 補充比較國內過去 IV&V 專案經費供參考（P2-28）。	同意。 同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
15、P3-65；3.5.2 節之 1；請補充增列後續應配合「我國軌道建設的推動方式」提出專案組織之定位可行方案之理由？為何不宜反由合適之專案組織定位角度來建議「我國軌道建設的推動方式」？	(1) 主要係考量 IV&V 查證確證範圍應包括專案所有執行單位，故在研擬 IV&V 報告內容與範圍前須先釐清軌道建設專案的組織架構，惟目前不同工程單位的專案組織上有很大不同，故本研究歸納一組織架構，一來方便報告說明，二來有利後續地方政府推動時參考。 (2) 我國軌道建設推動方式多年來累積實務經驗下已有制式執行方式，亦即可行性研究、綜合規劃、基設、細設直到移交營運單位，此方式是否有需要改善處不在本研究範圍，本研究重點在因應此推動方式規劃 IV&V 的作業，例如應於何時開始導入 IV&V。	同意。 同意。
16、P3-65；3.5.2 節之 1；請補述「我國軌道建設的推動方式」所指為何？指發包策略、自辦/委辦、公辦/私辦/BOT、統包/分標、....？	期中報告所指為推動的組織方式，修訂報告報告改於圖 2-24 說明功能上的組織架構。	同意。
17、P3-66；3.5.2 節之 2 之 (1)；請補充增列若承包商無 IV&V 機制下呢？定位課題又如何？第四、五、六章亦請配合補充。	為避免已核定、已執行專案無法導入 IV&V，已於 4.1 節建議修訂履勘要點第十二條，說明過去專案不受新規範限制。	同意。
18、P3-66；3.5.2 節之 2 之 (1)；另請補充增列 IV&V 由業主（公部門直接招標）或承包商發包執行亦為一課題，第四、五、六章亦請配合補充。	已補充 4. 執行資格要件問題（P2-91），並於 4.2 節增修附件第 3 條要求 IV&V 報告應說明專業性與獨立性（P4-5），保留實務操作上的可能性，詳 5.1.1 節說明（P5-1）。	同意。
19、P4-1；4.1 節；建請述明所做組織定位初步建議係根據 3.5.2 之 1 所述哪一種「我國軌道建設的推動方式」提出的？	3.1 節為回顧國內各種不同軌道計畫組織架構後，為說明 IV&V 定位所使用的通用性架構，一方面利於報告後續說明 IV&V 作業內容，一方面可供各單位比較參考。修訂報告補充圖 2.24 說明此組織架構可對照到不同專案的角色參照。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
20、P4-1；4.1 節；建請述明所做組織定位初步建議係根據回顧之第三章哪些「國內軌道建設專案組織架構」及考量哪些「國際上作法」提出的？其選擇依據之利弊、優劣、要點或可能難題分析細節之理由又為何？	3.1 節圖 3.1 為回顧國內各種不同軌道計畫組織架構後所歸納之建議架構，一方面利於報告後續說明 IV&V 作業內容，一方面可供各單位比較參考。修訂報告補充說明此組織架構對照到各工程單位的角色參照，例如北捷局、鐵工局、各地方政府捷運局等於組織中的角色定位。	同意。
21、P4-1；4.1 節；承上，同時建請述明所做組織定位初步建議，所根據 3.2.3 之視「各國慣例」、「技術水平」、「軌道建設經驗」等另聘 ISA 外其他顧問之利弊、優劣、要點或可能難題分析細節，以及 3.3.1、3.3.2 及 3.3.3 法規和標準需求綜整之考量細節，以為報告前後對應，不致失據且方有說服力。	已修訂 2.5 節結論與課題，盡可能扼要補充論點依據，包括國內外專案、機制、法規等。	同意。
22、P4-1；4.1 節；請說明為何第六章初步結論無軌道專案組織定位初步建議之初步結論？並請確認依 4.1 係建議組織架構一定同時要有 ICE、ISE、ISA 及 ISwA 下，才會有 4.2 範圍及第五章 IV&V 報告規規劃之建議與結論嗎？此若是條件則須明確。	(1) 組織架構並非本研究建議，且無一定好壞，端視機關組織、文化而異，本研究於第四章提出之組織架構是為了方便以一通用性的架構說明 IV&V 定位。 (2) 關於 IV&V、ISA、ISwA、ICE、ISE 之協作與必要性關係，重點在於相關工作必須有 IV&V 之外的單位來執行才能確保 IV&V 的獨立性，並非每個角色一定要有各別的單位，例如北捷局可同時擔任 ICE 與 ISE，但 ISA 與 ISwA 因國際上有執行資格規範，且實務上牽涉到廠商機密通常由廠商聘請信任的 ISA 單位，相關說明已於 3.1 節、3.5 節補充。	同意。 同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
23、P4-4；4.2 節；建請述明所做執行範圍之建議係依據 3.5.2 之 2 之 (1) 所述 IV&V 為：獨立 V&V、包括 ISA/RAMS/V&V 或是在業主/承商/管理顧問外再加一層保障 3 項中哪一項定位？又是表 3-3 哪一型？且建請補述於所列技術、管理、財務上或其他方面之建議原由為何？	(1) 本研究將 IV&V 定位為「在業主/承商/管理顧問外再加一層保障」，惟保障方式並非重複執行一樣的工作，而是透過準則與符合性評估的方式出具不符合意見供專案內各相關單位導正。 (2) 本研究最終建議類似於表 2-4 中的修正型 IV&V，亦即技術與財務獨立，但管理上須受到一定規範。	同意。 同意。
24、P4-7；4.3 節；建請述明以確認所做作業方法之建議哪些屬執行查核 (CHECKING)？哪些屬評估 (ASSESSMENT)？並述明及反應所做作業方法之建議依 3.5.2 之 3 所提直接/間接取得證據之重複作業定位差異考量為何？	本研究將 IV&V 定位為符合性評估者，故關鍵是證據的取得方式，無論書面評估、稽核、現地見證或技術會議，都只是 IV&V 的作業方法，從中可取得直接證據（透過查核）或間接證據（評估其他單位的查核意見）。	同意。
25、P4-7；4.3 節；又依表 3-10 參與項目建議及 6.1.2 小結論所提避免涉入過多，建議 4.3 應研提契約 IV&V 參與及角色權責之項目建議表。	本研究主要目的在釐清 IV&V 之定位、目的，並說明在此前提下應出具之報告內容，循此提出履勘要點之修訂建議。關於 IV&V 招標的細部契約內容非本研究範圍，惟考量實務執行單位的需求，已於結論建議中建請交通部制定 IV&V 的契約規範供參考。	同意。
26、P4-8；4.4 節；仍未就 3.5.2 之 4 所提課題「實績要求不明」回應及建議？	已補充 3.4 節、5.1 節說明，嚴格來說，不建議實績納入考量，而是由辦理機關來確認其專業與獨立（公正）性。	同意。
27、P4-10；4.5 節；建請述明 4.5 之 2 及 3，新購汰換等及設備延壽是否聘請 IV&V 所建議營運單位「自行判定」之標準及原則？以為依據。	已移除此課題，並於 5.1.3 節補充營運階段驗證依現行規定，至於後續是否要參考英國於營運階段每 5 年進行驗證，則留待後續研究考量。	敬悉。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
28、P5-1；5.1 節；若依表 5-2 似建議自基本設計階段啟動 IV&V，建請再依所建議於 3.2 蒐集增列各專案執行 IV&V 之生命週期範圍後，續依「各國慣例」、「技術水平」、「軌道建設經驗」、「經費」及「規劃階段成案時程冗長不易掌控之國情」等逐一檢討核心機電等，是否宜自招標後之細部設計階段才啟動 IV&V？以免影響 IV&V 之執行。	主要考量契約規格、功能的要求是後續廠商提供設備與估價的主要依循，若 IV&V 於細設方進場，礙於契約規定已無法更改，恐有變更契約及廠商求償等問題；惟考量各機關作業方式差異，修訂報告 5.1.3 節已修改為要求至少於細部設計階段須辦理 IV&V，經費、作業許可下能於基本設計開始更佳。	同意。
29、P5-1；5.1 節；建請述明係建議 IV&V 執行至哪一個生命週期？惟依工程契約本局任務範圍最多只至「竣工暨初期營運階段」，後續應由營運單位辦理 IV&V，故建請至少應述明興建及營運單位個別之 IV&V 執行範圍。	考量各機關作業方式差異，修訂報告 5.1.3 節已修改為要求至少於細部設計階段須辦理 IV&V。	同意。
30、P5-1；5.1 節；表 5-1 似尚缺許多項，請重新檢討。	修訂報告已補充各單位建議。	敬悉。
31、P5-3；5.2 節；建請依 EN 規範所訂各生命週期階段之作業需求項目及 4.2 所列（圖 4.3 至 4.5）諸項，檢討報告項目，以展現符合性。	已重新撰寫 5.2 節，僅提供可考量在最終 IV&V 報告出具前的階段性報告撰寫指引，供辦理機關參考。	敬悉。
32、P5-3；5.2 節；表 5-2 缺「符合性評估報告」、「風險分析與危害確認」、「系統保證評估報告」、「安全與保安合格證書」、「系統可營運證書」、...等，建請再檢討確認。	已重新撰寫 5.2 節，僅提供可考量在最終 IV&V 報告出具前的階段性報告撰寫指引，供辦理機關參考。	同意。
33、P5-3；5.2 節；另建議參考尹顧問之前意見（七、（4）之 f 項/P.附 3-3），加列「CIL 文件」俾供風險分析依循。	CIL 項屬於系統保證的作業範疇，的確為 IV&V 的重點查證確證項目，惟本研究僅先專注於規劃 IV&V 作業，該如何提升系統保證作業的品質已納入後續建議。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
34、P5-3；5.2 節；應為關「連」單位，全報告請修正。	經查教育部國語辭典，關聯解釋為「關係連屬」，例如「警方找出多條有關聯的線索，順利偵破這件命案。」；關連解釋為「關係牽連」，例如「這兩件事根本沒有關連，怎能相提並論」。本研究使用的「關聯單位」，在意義上同時具有「關係連屬」與「關係牽連」之意味，故使用關「聯」單位應無不妥。	同意。
35、P5-3；5.2 節；建請述明「必要性」及「選擇性」報告之定義。	已重新撰寫 5.2 節，僅提供可考量在最終 IV&V 報告出具前的階段性報告撰寫指引，供辦理機關參考。	同意。
36、P5-3；5.2 節；建請重新檢討「分項評估與差異分析報告」是否應為「必要性」報告。	已重新撰寫 5.2 節，僅提供可考量在最終 IV&V 報告出具前的階段性報告撰寫指引，供辦理機關參考。	敬悉。
37、P5-12；表 5-15；為何無「受檢單位欄」及「查證確證方法欄」？	已重新撰寫 5.2 節，僅提供可考量在最終 IV&V 報告出具前的階段性報告撰寫指引，供辦理機關參考。	敬悉。
38、P5-18；5.3 節；建請述明分「必要性」及「選擇性」報告之定義及理由。	已重新撰寫 5.2 節，僅提供可考量在最終 IV&V 報告出具前的階段性報告撰寫指引，供辦理機關參考。	同意。
39、P5-18；5.3 節；建請述明本建議之報告內容係建議以用專案成本多少%作為 IV&V 預算所規劃？	經表 2-8 補充比較國內過去 IV&V 專案經費後（P2-28），發現 2% 是國內過去編列的經費額度，以此前提重新撰寫 5.2 節，僅提供可考量在最終 IV&V 報告出具前的階段性報告撰寫指引，供辦理機關參考。	同意。
40、P6-1；6.1 節；建請述明 6.1 之整體初步結論係建議以用專案成本多少%作為 IV&V 預算所規劃之結果？	經表 2-8 補充比較國內過去 IV&V 專案經費後（P2-28），發現 2% 是國內過去編列的經費額度，以此前提重新撰寫 5.2 節，僅提供可考量在最終 IV&V 報告出具前的階段性報告撰寫指引，供辦理機關參考。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
41、P6-1；6.1 節；初步結論至少應就第三、四、五章所列諸項課題及初步建議事項作成初步結論，以為前後對應及查詢，請再檢視其完整性。	修訂報告重新整理、彙整結論於第六章。	敬悉。
42、P6-1；6.1 節；6.1 之 4 漏列「軌道」？請檢討修正。	修訂報告已重新撰寫。	敬悉。
43、P6-1；6.1 節；建請述明 6.1 之 5 所建議依「時程」、「經費」、「組織架構」來「自行判定」IV&V 是否納入「選擇性」報告之標準及原則？以為依據。	修訂報告已刪除 IV&V 必要性課題，5.2 節僅提供可考量在最終 IV&V 報告出具前的階段性報告撰寫指引，供辦理機關參考。	同意。
44、P6-1；6.1 節；另請澄清第五章建議之報告內容豈不是就是依 4.1 所建議之專案組織定位所做的結論嗎？為何 6.1 之 5 說明主管機關還須視「組織架構」來「自行決定」是否將選擇性報告納入 IV&V？	已重新撰寫 5.2 節，僅提供可考量在最終 IV&V 報告出具前的階段性報告撰寫指引，供辦理機關參考。	同意。
45、P6-1；6.1 節；6.1 之 2 雖初步結論「避免 IV&V 涉入過多與安全無關且我國已有其他技師制度、監造制度管轄範疇之業務」，卻未見第三及四章提出避免 IV&V 涉入過多之具體建議做法可做結論（有則請引述章節說明），且 4.1 又似乎建議組織架構一定同時要有 ICE、ISE、ISA 及 ISwA？請澄清及改善。	已重新撰寫第六章結論。	敬悉。
46、P6-4；6.2.2 節；建議至少於期末階段報告前，將表 5-2 各種報告至少應有之基本格式、綱要、項目、...提出建議，以為作業依據。	已重新撰寫 5.2 節，僅提供可考量在最終 IV&V 報告出具前的階段性報告撰寫指引，供辦理機關參考。	同意。
47、P6-4；6.2.2 節；建請述明就 4.4 及 6.1 之 6 所做政策建議及結論之進一步利弊優劣分析、如何輔導或成立、可行性、要點或可能難題、具體執行做法等。	已於後續研究建議的長期發展方向中說明。	敬悉。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
48、依大眾捷運系統履勘作業要點規定，大眾捷運系統執行 IV&V 應已無法避免，現有案例均由國外廠商執行，建議可規劃讓國內廠商儘速取得執行資格。	本研究經回顧國際上作法後，建議以 ISO/PAS 17000 系列的「公正」定義來代表「獨立」，如此能保留可操作性也才有機會扶植國內技術，詳 5.1.1 節說明（P5-1），後續可朝由交通部統籌成立驗證機構（例如軌道驗證認證中心）辦理 IV&V，或是制定認證辦法，由交通部扮演認證機構授證予工程單位或顧問公司資格來執行 IV&V，相關利弊與建議已納入修訂報告表 3-1（P3-13）。	同意。
49、簡報；P43；建議所提「相關系統」、「營運相關」、「營運安全項目」三方案之定義、範圍及項目宜更明確，俾利執行。（如：何謂相關？何謂安全？...）	修訂報告已刪除此方案，維持整體系統。	同意。
50、簡報；P15；此表於簡報資料、簡報與期中報告（表 3-5）略有不同，建請確認修正；並建請於期中報告將蒐集之國內外各專案依第三、四章所列「所有」課題及初步建議對應增列比較，以呈現趨勢及提供建議參考。	（1）簡報資料補充了「營運」，惟為避免混淆「期程範圍」與「評估範圍」，修訂報告表 2-7 已補充註 6 說明。 （2）已於第二章結論與課題盡可能補充論述所依據的機制、法規、專案。	同意。 同意。
（十三） 新北市政府捷運工程局		
1、後續履勘要點的修訂，應考量執行中的計畫將來該如何驗收，建議應保留彈性。	已考量可操作彈性，詳 4.4 節綜整說明。	同意。
2、新北市目前辦理幾個 IV&V 專案的經驗，是由廠商自行執行 V&V 工作。	敬悉。	敬悉。
3、新北市目前是要要求廠商應執行 ISA，其中包含軟體部分，惟相關要求若訂得太細，執行上恐有困難，建議研究單位不需要訂最嚴苛的要求，若彈性不足實務上難以執行。	已考量可操作彈性，詳 4.4 節綜整說明。	同意。
（十四） 桃園市政府捷運工程局		

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
1、表 5-1 通訊系統新增建議： (1) 通訊光纖骨幹傳輸系統 (2) 時鐘系統 (3) 電話系統（自動電話、直線電話、外線電話） (4) 數位無線電系統（含消防無線電） (5) 大眾廣播系統（含消防廣播） (6) 保安系統是否指 CCTV 閉路電視系統？ (7) 防火系統應明確化	(1) 考量各專案的子系統、次系統組成不盡相同，本研究參酌美國安全與保安手冊之建議所列出的查證確證範圍，著重在安全相關系統，例如保安系統中包含部分電話系統、CCTV 閉路電視系統，通訊系統中的防火系統中包含大眾廣播系統、消防無線電等。 (2) 修訂報告已參酌委員意見補充。	同意。 敬悉。
2、表 5-1 電力系統新增建議： (1) 電力諧波管制 (2) 電力遙控系統 (3) 保護協調 (4) 外殼建議修正為框架保護 (5) 直流開關與直流電纜	修訂報告已參酌委員意見補充。	同意。
3、表 5-1 車輛新增建議： (1) 車體調整為車體結構 (2) 連結器調整為聯結器 (3) 操作室與控制器調整為手動駕駛、列車控制 (4) 通訊設備調整為車載通訊 (5) 移動式升降設備為機廠維護設備建議移除	修訂報告已參酌委員意見補充。	同意。
4、建議各階段報告納入過去執行 IV&V 和 V&V 經驗後認為之關鍵項目，以利後續未承辦過捷運之機關有所依循。	表 5-2 (P5-6) 已彙整關鍵項目。	同意。
(十五) 臺北大眾捷運股份有限公司		
1、依大眾捷運法第 34 條：「大眾捷運系統之經營、維護與安全應受主管機關監督；監督實施辦法，由中央主管機關定之」，爰此已訂定「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」，營運階段之安全監督已有制度可供遵循。	感謝委員建議，已補充納入 2.3.1.1 節。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
2、新設備採購和設備延壽，由採購單位/營運單位評估是否應聘獨立單位出具報告（Page4-9,4-10），惟此二類採購金額較小，實務上以成本考量無法外聘獨立單位。	已移除此課題，並於 5.1.3 節補充營運階段驗證依現行規定，至於後續是否要參考英國於營運階段每 5 年進行驗證，則留待後續研究考量。	敬悉。
(十七) 本所計畫承辦單位		
1、為使本研究案順利提出整體捷運系統立驗證與認證之範圍、內容、要件、項目及基準等重要產出，建議針對其範圍、內容、要件、項目及基準提出可接受之共通基礎。例如期程與系統範圍、執行要件、查證確證項目、報告內容、作業基準等。	遵照辦理，建議的履勘要點增訂附件已說明驗證成果涵蓋的： ● 「內容」(第 3 條)。 ● 執行資格涵蓋的「要件」(第 3 條第 (一) 項)。 ● 驗證範圍涵蓋的「項目」(第 3 條第 (二) 項、表 5-2)。 ● 驗證依據涵蓋的「基準」(第 3 條第 (四) 項、5.1.4 節)，其中因軌道運輸系統基準繁多，建議納入後續研究範疇。	敬悉。
2、為使第三方獨立驗證與認證之功能及定位更為明確，避免與相近名詞混淆，建議說明獨立、第一方、第二方、驗證與認證、獨立驗證與認證、第三方獨立驗證與認證等名詞之差異，以及業者與管理單位之實務作法。	遵照辦理，圖 2-24 (P2-88) 已納入說明。	敬悉。
3、期中報告第 3-5 頁 (圖 3.2) 之「要求相關的驗證與認證工作要有不同的獨立性要求」部分，建議以號誌子系統為例，說明其獨立性之可能作法，以利未來號誌子系統驗證與認證之推動。	於 P2-8 頁扼要補充號誌廠商獨立 V&V 團隊的作業內容範例。	同意。
4、期中報告第 3-20 頁表 3-5 國內 IV&V 專案比較部分，建議可再詳細說明並盤點國內捷運系統在 IV&V 報告之內容、要件、項目及基準等方面缺少之內容，以便提出具有未來性之做法，並配合不同系統之特性而有差異化做法。	遵照辦理，修訂報告已回顧過去 IV&V 專案的報告內容。	敬悉。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
5、期中報告第3-43~44頁M&S之縮寫係指何意？請補充說明並加列其附錄中，並檢視報告中是否有類似疏漏。	建模與模擬（Modeling and Simulation），修訂報告已重新檢視所有縮寫並補充於附錄1對照表。	同意。
6、期中報告第3-65頁所整理出之待釐清之課題是本報告另一貢獻，建議列表說明，以利後續政策討論，例如營運單位的系統升級或變更、延伸線計畫等是否要明確的要求。	有關後續課題，已統整於修訂報告的結論與建議。	同意。
7、期中報告第三章及第四章之國內外軌道建設專案組織架構部分，其相同及相異處為何？其基本組成部分為何？（例如業主、承包商、監造單位、設計查核等）請補充說明。	已修正3.1節組織架構，並補充圖2.24，歸納為通用性的架構，對照第二章回顧的國內外專用均適用。	同意。
8、期中報告第五章表5-4、表5-8之「依據準則」，以及表5-9~表5-14之「準則說明」與研究案工作項目之「基準」或「作業基準」是否有所不同？請補充說明。若性質相同，建議依研究案之名詞為主，並說明其質化或量化之基準為何。	(1) 第五章各表格所提到的準則，即是研究案工作項目的「基準」，已統一名詞。 (2) 針對基準內容，牽涉大量國際標準，修訂報告3.3.2節舉部分安全標準為例說明，後續建議可再研擬適用基準。	敬悉。 同意。
(十八) 本所運計組		
1、IV&V內容項目依簡報全生命週期係從基本設計階段開始，至施工、營運階段，規劃階段是否需納入考量？	本研究建議規劃階段因不確定性高、系統功能、規格尚不明確，不須導入IV&V，但應預作規畫。另考量各機關作業方式差異，要求至少於細部設計階段須辦理IV&V，經費、作業許可下能於基本設計開始更佳（5.1.3節）。	同意。
(十九) 吳主席玉珍		
1、本次期中審查通過。	敬悉。	敬悉。
2、請研究單位會後統整委員與各單位意見並於期末報告中修正。	遵照辦理。	敬悉。
3、期末階段務須透過座談會及專家訪談取得各方專家與實務單位之共識。	遵照辦理，已依據期中委員意見修訂研究內容。	敬悉。

附錄 6 期末報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫

☐期中 ☒期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：MOTC-IOT-106-SBB002

大眾捷運系統獨立驗證與認證（IV&V）規範及其報告撰寫規範之研究

執行單位：財團法人中興工程顧問社

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
(一) 臺灣科技大學電機系 陳教授在相		
1、建議制定 IV&V 報告範本，考量個案狀況，並逐年檢討精進。	已納入 6.2 節建議 7。	敬悉。
2、「土建軌道水環與設施機電」宜改為「土建、軌道、水環及設施機電」避免誤解。	已統一修訂第五章中用詞，改為「土建、軌道、水環與設施機電」。	同意。
3、P5-1「1. 基本設計階段」與 3 同，是否誤植？	已更正為「1. 可行性研究階段」（P5-9）	同意。
4、P5-3 報告中甚多「驗證」，若改為「查證」應更為明確，例如「IV&V 專業機構應驗證的範圍」中的「驗證」2 字。	● 因實務上「查證」、「確證」為系統供應商應執行作業，IV&V 專業機構僅會針對關鍵項目再執行查證或確證。 ● 「驗證」所需的證據來源包括審查、查證、確證或評估，涵蓋範圍更為彈性且不局限於 IV&V 專業機構自行查證、確證或引用其他單位的查證、確證證據。 ● 本研究最終改以「驗證」一詞統稱 IV&V 專業機構之活動。 ● 2.1 節補充各名詞定義說明。	同意。 同意。 同意。 同意。
5、P5-4「框架保護（enclosures）」是否為「外殼（enclosures）」之意？請參照屋內線路裝置規則。	表 2-12、表 5-2 已更正為「護殼（enclosures）」。	同意。
6、P5-4「架空線」是否宜修改為「架空接觸線 OCS」或「電車線」。	表 2-12、表 5-2 已更正為「架空接觸線」	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
7、 P5-7 表 5-2 中之「驗證」與「認證」之詞宜修正。	● 調整章節，原表 5-2 調整為表 5-3。 ● 本研究最終改以「驗證」一詞統稱 IV&V 專業機構之活動。	敬悉。 同意。
8、 P5-8「查證確證」建議改為「查證、確證」。	● 本研究最終改以「驗證」一詞統稱 IV&V 專業機構之活動，建議履勘要點中之名詞應修訂為「整體系統之獨立驗證報告」。 ● 已修正 (P5-12)。	同意。 同意。
9、 P5-11「獨立安全驗證報告」是否宜修改為「獨立安全查證報告」。	● 本研究最終改以「驗證」一詞統稱 IV&V 專業機構之活動。 ● 因應已將 IV&V 報告定位為確保無營運安全之虞 (4.2 節)，無須再另規劃一本安全驗證報告，故已刪除此一階段性報告建議。	同意。 同意。
10、 將履勘作業要點中之「獨立驗證與認證」修訂為「獨立驗證」仍欠妥適，是否宜修訂為「獨立查證與確證」請再斟酌。	● 因實務上「查證」、「確證」為系統供應商應執行作業，IV&V 專業機構僅會針對關鍵項目再執行查證或確證。 ● 「驗證」所需的證據來源包括審查、查證、確證或評估，涵蓋範圍更為彈性且不局限於 IV&V 專業機構自行查證、確證或引用其他單位的查證、確證證據。 ● 本研究最終改以「驗證」一詞統稱 IV&V 專業機構之活動。 ● 2.1 節補充各名詞定義說明。	同意。 同意。 同意。 同意。
(二) 民航局標準組 林組長俊良		

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
1、 有關 V&V 及 Certification 的中文查證、確證、驗證之定義在各單位間似未達一致共識，例如部分單位已沿用驗證與認證於內部管理文件中，若更改為查證與確證，則增加行政成本。	● 因實務上「查證」、「確證」為系統供應商應執行作業，IV&V 專業機構僅會針對關鍵項目再執行查證或確證。 ● 「驗證」所需的證據來源包括審查、查證、確證或評估，涵蓋範圍更為彈性且不局限於 IV&V 專業機構自行查證、確證或引用其他單位的查證、確證證據。 ● 本研究最終改以「驗證」一詞統稱 IV&V 專業機構之活動。 ● 如委員所述，經了解部分機關內部文件長久以來已使用獨立驗證與認證用詞，經折衷衡量，建議以「IV&V 報告」簡稱履勘要點所要求之報告，但中文上不宜再以「驗證與認證」作為 V&V 之中文翻譯。 ● 2.1 節補充各名詞定義說明。	同意。 同意。 同意。 同意。 同意。
2、 航空領域有給證的制度，政府單位若無足夠的人力，可採委託的方式辦理。	● 本研究建議短期由辦理機關確保 IV&V 專業機構之專業與獨立性。 ● 長期建議採歐盟 ISA、美國 SSC、澳洲 AEO 三方案，各方案優點與挑戰整理於表 3-1 (P3-13)。	同意。 同意。
3、 驗證應有基準，建議可探討是否有優先依據的基準。	● 於 3.3.2 節補充軌道系統營運安全可考量的驗證基準。 ● 將委員建議納入 6.2 節建議第 4 點，建議國內未來可持續發展驗證基準。	同意。 同意。
(三) 國立台灣科技大學 吳教授翼貽		

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
1、 如何評估「設計查核單位」、「監造單位」及「營運單位」並成為 IV&V 出具證書的驗證對象的具體執行辦法？	● 本研究參酌國內外類似專案、相關標準後，建議將 IV&V 報告定位為符合性評鑑之成果。 ● 依據 CNS 12680 定義，符合性評鑑判斷符合或不符合乃依據客觀證據，客觀證據可經由觀察、量測、試驗或其他方式取得，補充說明於 3.3.1 節。 ● 另提供高鐵局分享經驗如下：IV&V 該評估營運單位哪些項目，主要是危害從興建單位移轉到營運單位時，應評估相關營運控制措施是否已被充分、妥善的管控。	同意。 同意。 同意。
2、 如何讓 TAF 具備頒發 ISO/IEC 17020 認證的能力？	經了解，TAF 已著手考量頒發軌道 ISO/IEC 17020 認證的可能性，本研究將此可能納入長期建議方案之一，優點與挑戰整理於表 3-1。	同意。
3、 如何加速成立軌道技術研究暨驗證中心？	6.2 節建議第 3 點，已建議可仿效美國 SSC 機制，由軌道技術研究暨驗證中心統籌 IV&V 作業，有利政府重視軌道技術研究暨驗證中心加速成立。	同意。
4、 P5-4，提出許多驗證項目，應思考 IV&V 機構是否有充足、專業的人力？IV&V 應是去審查相關作業做得好不好，而不是實際去測試。	● 本研究參酌國內外類似專案、相關標準後，建議將 IV&V 報告定位為營運安全符合性評鑑之成果。 ● 依據 CNS 12680 定義，符合性評鑑判斷符合或不符合乃依據客觀證據，客觀證據可經由觀察、量測、試驗或其他方式取得，亦即保留審查或實際測試之可能。 ● 辦理機關可視專案需要制定審查或實際測試之要求，若採公開招標方式，IV&V 專業機構也可在競標時展現其專業度，承諾可獨立驗算的關鍵項目。例如，高雄捷運 C3 顧問的 IV&V 在徵求廠商階段，後來的得標廠商即提出關鍵項目的獨立驗算承諾。 ● 補充整體概念於 3.3 節。	同意。 同意。 同意。 敬悉。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
5、 P5-4，研究單位似忽略了IV&V 機構應審查測試計畫書，確保測試計畫是否充分。	考量第四章規範條文中不宜制定過於硬性要求，改於表 5-2 的建議清單中納入測試計畫（程序與訓練大項）作為可考量的驗證項目。	同意。
6、 應釐清獨立驗證與認證報告是否算「證」，若是「證」，則與後續初履勘委員的定位會產生混淆。	● 3.2 節已補充強調IV&V 報告僅為交通部核准通車的依據之一，尚未達到通車證書的位階。 ● 研究報告重新檢視、更正易導致誤會之用字。	同意。 同意。
(四) 交通部路政司 劉簡任技正孟翰		
1、 有關本報告後續建議工作，未來建議可簽報本部核准後，交由高鐵局即將成立之「軌道技術研究暨驗證中心」做進一步研究。	補充於 6.2 節第 7 點建議。	敬悉。
2、 IV&V 機制最早因高鐵 BOT 工程而導入，高鐵 96 年通車後，交通部之所以於 99 年導入，主要是為確保文湖線無人駕駛系統的可靠度、安全性，為避免在系統尚未穩定下即開始商轉，參酌諸多專家建議後方納入獨立驗證認證機制。	敬悉。	敬悉。
3、 獨立驗證與認證報告屬於初勘文件之一。	敬悉。	敬悉。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
4、履勘要點使用的名詞是獨立驗證與認證，並未使用到IV&V，但後續若欲更名，應思考可能的影響，建議不宜更動，後續可交由「軌道技術研究暨驗證中心」進一步研究。	● 因實務上「查證」、「確證」為系統供應商應執行作業，IV&V專業機構僅會針對關鍵項目再執行查證或確證。 ● 「驗證」所需的證據來源包括審查、查證、確證或評估，涵蓋範圍更為彈性且不局限於IV&V專業機構自行查證、確證或引用其他單位的查證、確證證據。 ● 本研究最終改以「驗證」一詞統稱IV&V專業機構之活動。 ● 如委員所述，經了解部分機關內部文件長久以來已使用獨立驗證與認證用詞，經折衷衡量，建議以「IV&V報告」簡稱履勘要點所要求之報告，但中文上不宜再以「驗證與認證」作為V&V之中文翻譯。 ● 2.1節、3.3節補充各名詞定義說明。 ● 補充於6.2節第7點建議。	同意。 同意。 同意。 同意。 同意。 同意。
5、若編列1%IV&V經費可確保系統安全，應予以推廣。	敬悉。	敬悉。
6、關於獨立驗證機構的資格，若考量培植國內專業，交通部尊重各地方政府公開招標的資格要求。	● 3.4節已補充地方政府可考量透過契約方式確保IV&V專業機構之獨立性與專業性。 ● 5.1.1節說明在此規劃下扶植國內專業之可能作法。	
7、以現況地方辦理獨立驗證與認證報告方式，應尚無窒礙難行處，不宜制定過於硬性的規範。	● 已通篇檢討作業規範條文之彈性，詳4.2、4.3節。 ● 關於實務作業彈性之考量，綜合說明於4.4節第2點。	
8、獨立驗證與認證報告屬於初勘文件，為地方主管機關權責範圍，故相關執行資格、作業要求可由地方主管機關規範。	敬悉，5.1.1節已補充地方政府可考量透過契約方式確保IV&V專業機構之獨立性與專業性。	敬悉。
(五) 新北市政府捷運工程局 林副總工程司逸羣		

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
1、既然已回顧國內軌道建設專案組織架構、預算、考量國際上作法及與國際接軌，「附件之說明」就必須以此為中心來訂定，否則地方機關仍然無法執行，更無法發揮其功能。	考量實務作業之彈性，規範中未訂定硬性規範，改於第五章透過作業指引方式，供後續辦理機關辦理 IV&V 業務時可參考國際接軌之作法。	
2、本次要點之修正、相關作業的規定，會直接影響本土之軌道產業是否能輸出與國際接軌，必須慎重考量該部分，針對附件內容之建議：	敬悉。	敬悉。
(1) 履勘條文「驗證與認證」名稱不修正，與用詞定義衝突，建議要修就完整改成「查證與確證」。	● 因實務上「查證」、「確證」為系統供應商應執行作業，IV&V 專業機構僅會針對關鍵項目再執行查證或確證。 ● 「驗證」所需的證據來源包括審查、查證、確證或評估，涵蓋範圍更為彈性且不局限於 IV&V 專業機構自行查證、確證或引用其他單位的查證、確證證據。 ● 本研究最終改以「驗證」一詞統稱 IV&V 專業機構之活動。 ● 2.1 節、附錄 1 補充各名詞定義說明。	同意。 同意。 同意。 同意。
(2) 整體系統：包括土木建築部分與國內相關技師簽證衝突，評估範圍太大，建議： A. 僅評估與機電系統相關之界面，如長隧道之隧道通風就很重要。 B. 其餘為型式查證相關設計及施工是否經技師簽證。	● 本研究最終建議 IV&V 報告應專注於整體系統營運安全之驗證。 ● 土木建築部分與國內相關技師簽證為 IV&V 報告中評估系統是否營運安全無虞的證據之一。 ● 3.2 節，針對原履勘要點「整體系統之獨立驗證」要求，已建議解釋為「整體系統營運安全之獨立驗證」，表 5-2 所列的建議清單也都是與營運安全相關，其中亦包含土建、軌道、水環與設施機電。	同意。 同意。 同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
(3) 驗證機構需取得主管機關或指定機構認證： A. 主管機關有資格認證嗎？ B. 指定機構須先頒布以利執行。	考量 IV&V 報告僅為初、履勘委員參考資料之一，已刪除須經主關機關認證之要求，改由 IV&V 專業機構於報告中說明其獨立性與專業性供初、履勘委員了解（P4-4，4.2.1 節規範第 3 條）；5.1 節補充辦理機關規劃指引；5.2 節補充報告中可說明獨立性與專業性之指引。	同意。
(4) 增加或修訂驗證項目須經主管機關同意 A. 建議增加或修訂由主辦機關自行決定，因計畫最後的成果、目的、目標是營運安全。 B. 送交主管機關，主管機關如何判定？是否要再找一評估單位做安全評估？	考量 IV&V 報告僅為初、履勘委員參考資料之一，重新調整規範條文，並刪除須經主管機關同意要求（P4-5，4.2.1 節）。	同意。
(5) 驗證期程自「細部設計」，建議應考量目前各專案大多都由廠商得標後設計及施工，如未在「基本設計」納入評估檢視極可能產生變更及爭議。	規範中已刪除期程要求，保留各機關作業彈性（P4-5，4.2.1 節），並於 5.1.3 節（P5-8）中補充委員建議於規劃作業指引中。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
(6) 應明確規定由誰聘 IV&V，及須在各廠商 如監造、統包商之契約 內訂有專責條款，明訂 須配合 IV&V 作業，考 量預算及國際接軌，應 明訂廠商端須聘請獨 立安全評估（ISA）。	● 關於 IV&V、ISA 之聘用議題，規範中未訂定過於硬性的要求，改以案例說明方式供各單位了解可行作法，並整理優點、挑戰與因應於表 5-1，並改於 IV&V 階段性報告指引中補充委員建議。例如 P5-16 階段性總結報告指引中，補充「其中，建議導入國際上慣用的 ISA 機制，將 ISA 意見是否關閉列為階段報告之重點」。 ● 總結來說，雖然歐盟 ISA 機制有其效益值得推廣，然國內並無標準、依據可引用（無等同 EN 50126 之 CNS 標準），且國際上尚有美國 SSC、澳洲 AEO 等採用其他類似機制的方式，ISA 並不是唯一作法，故本研究僅將原則性的要求納入作業規範，並提供作業指引由各主辦機關於契約中視需要納入。	同意。 同意。
3、 P4-8，人員資格中要求有全生命週期經驗應再審慎思考業界是否能找到此人員；「資深」定義為何？	因應章節調整，原論述改於 5.1.1 節（P5-1）說明，修改內容包括： ● 「全生命週期經驗」修訂為「大眾捷運系統完工通車經驗」。 ● 「資深」修訂為「一定資歷」。 ● 補充安全風險、營運維修專家。	同意。 同意。 同意。
4、 ISA 屬於子系統的驗證，IV&V 則是整體系統，兩者功能上並不重疊。	表 5-1 補充說明聘用 IV&V 與 ISA 應考量的挑戰與因應作法，敘明 IV&V 與 ISA 定位上不同處。	同意。
(六) 尹顧問守紀		

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
1、 考量本報告將「獨立驗證與認證」重新規範為 Certification & Accreditation，後續有關捷運計畫的計畫名稱不應持續使用「獨立驗證與認證（IV&V）」，而僅使用「獨立驗證與認證」，因「獨立驗證與認證（IV&V）」一詞未出現在交通部相關法規中，即並無任何法源。	● 因實務上「查證」、「確證」為系統供應商應執行作業，IV&V 專業機構僅會針對關鍵項目再執行查證或確證。 ● 「驗證」所需的證據來源包括審查、查證、確證或評估，涵蓋範圍更為彈性且不局限於 IV&V 專業機構自行查證、確證或引用其他單位的查證、確證證據。 ● 本研究最終改以「驗證」一詞統稱 IV&V 專業機構之活動。 ● 2.1 節、附錄 1 補充各名詞定義說明。	同意。 同意。 同意。 同意。
2、 「Independent Verification and Validation」及「Safety and Security Certification」皆是與「Risk Management」中「Mitigation Approach」相關的作業，建議於後續相關工程規範中敘明。	● 本研究最終建議 IV&V 報告應專注於整體系統營運安全之驗證。 ● 4.2.1 節（P4-5）將履勘要點第 3 條「評估系統擬通車營運路段是否無營運安全之虞」列為 IV&V 報告應載明重點。 ● 補充 3.3.2 節，說明建議的驗證基準，其中包括安全危害分析結果。	同意。 同意。 同意。
3、 後續有關計畫應只要求「安全驗證」，不涉及「功能、品質」二類，因功能、品質主要透過系統工程之「Verification」與「Validation」來達成。	辦理機關因應不同專案組織、計畫特性，若有功能、品質、可用度驗證需求者，規範不禁止，惟營運安全無虞是 IV&V 報告應載明重點。	同意。
4、 參考美國交通部的「Safety and Security Certification」機制，從 Verification 的角度來看，本報告 5.1.2 節所述之子系統範疇，不應包括 Safety 以外的事項，亦即在履勘要點及表 5-1 中不應納入「系統穩定性測試」及 RAM 相關要求，亦不應有履勘要點第九條中所述之「整體性檢視捷運系統相關設施之功能與措施」。	● 4.2.1 節（P4-2）將履勘要點第 3 條「評估系統擬通車營運路段是否無營運安全之虞」列為 IV&V 報告應載明重點。 ● 表 5-2 所列的驗證範圍建議清單均與營運安全相關。	同意。 同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
5、美國交通部對「捷運」與「鐵路」有不同法規要求，目前報告引用之 49 CFR part 200~299 法規內容係針對「鐵路」，考量本計畫主要針對「捷運」，應參考 49 CFR part 600~699 美國捷運相關之運輸法規，例如可回顧 49 CFR part 633 Project Management Oversight。	● 感謝委員建議，扼要補充說明於 2.3.1.2 節。(P2-38) ● 後續對相關文獻之回顧納入 6.2 節建議第 7 點。	同意。 同意。
6、本計畫成果事涉政府之法規及組織，不適合引入相關產業標準，例如 EN-5012x、ISO/IEC-17020、EN-50159、IEC-61508 等等，例如美國交通部法規 49 CFR 亦不會引用類似工業標準，美國所制定的「自願性共識法案」亦禁止官方引用產業標準，但可將產業標準中的工程事項納入法規內容，研究單位宜審慎考量是否宜於第五章納入上述產業標準。	相關標準均未納入規範內容(4.1 節)，僅舉例說明供辦理機關參考(3.3.2 節)。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
7、美國政府依據運輸法所贊助的捷運或大眾運輸系統，法規 49 CFR Part 633 已律定興建過程中必須配合運輸局執行 Project Management Oversight（以下簡稱 PMO），PMO 可由美國交通部執行，或由 PMO Contractor（以下簡稱 PMCO）執行，PMCO 為美國政府 Certified 的顧問公司或工程事務所，FTA 可 Assigned 某一 PMCO 代為執行 PMO 工作，共計有 31 項，本報告所引述之 Safety and Security Certification 即屬於「Safety & Security Management Review（OP22）」，而 Quality、Function、RAM 等屬於 OP22 以外的 Procedure，一般已於 RFP 文件中規劃，臺灣若欲仿效 SSC 制度，宜考慮相關的 PMCO 架構、認證方式等。	● 感謝委員建議，扼要補充說明於 2.3.1.2 節。(P2-37) ● 後續對相關文獻之回顧納入 6.2 節建議第 7 點。	同意。 同意。
8、參考美國 SSC 作業，「初步工程」之後為「最終設計」（表 3-11），建議表 5-2「細部設計」應改為「最終設計」，因細部設計是由廠商的 Verification 把關，相關專業需求及工作量差異極大。	● 已於表 5-3 增加註解說明。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
9、建議宜參考美國運輸法，制定履勘作業要點之下一階文件，以利辦理相關作業時依循，例如可參考「FTA Circular 5800.1 Safety and Security Management Guidance for Major Capital Projects, (dated 8/1/07)」及「Handbook for Transit Safety and Security Certification」。	已納入 6.2 節建議第 7 點。	同意。
10、妥善率 (Availability，或稱之可用度)，但在履勘要點中卻用以定義不同的工程事項，建議表 6-2 應刪除非安全事項，若不能刪除，至少應修訂專有名詞，且從「安全」角度，應刪除履勘要點有關「連續 7 天以上之...」之條款。	已納入 6.2 節建議第 7 點。	同意。
11、建議整體系統之獨立驗證報告架構應以風險管理為基準，因期末報告表 5-1 與表 5-2 相似於美國「Handbook for Transit Safety and Security Certification」中之表單，但卻未說明手冊中著重的風險管控流程，例如「Step 1: Identify Certifiable Elements」、「Step 2: Develop Safety and Security Design Criteria」、「Step 3: Develop and Complete Design Criteria Conformance Checklist」等等。	● 本研究最終建議 IV&V 報告應專注於整體系統營運安全之驗證。 ● 4.2.1 節 (P4-5) 將履勘要點第 3 條「評估系統擬通車營運路段是否無營運安全之虞」列為 IV&V 報告應載明重點。 ● 補充 3.3.2 節，說明建議的驗證基準，其中包括安全危害分析結果。	同意。 同意。 同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
12、因各國政府並不經營航空、海運事業，故只要求航空、海運需有航空器及船舶產品安全證書，例如型別認證(TC)及製造認證(PC)。然而，捷運或鐵路系統則幾乎都是政府在經營，或興建後委託營運公司經營，乃是透過招標程序邀請廠家整合整體系統，故英、美等國在法規中都有要求須確保整體系統的安全，非僅限於列車產品安全。若軌道運輸業欲比照航空、海運做法，除非國內有軌道產品開發業者，例如開發 ATP、ATC 等系統，否則不利發展類似海、空的認證業務。爰建議大眾捷運系統不宜參考航空、海運領域僅要求產品證書之做法。	感謝委員建議，針對 6.2 節建議第 6 點，修正用詞如下：「後續可再深入研究<u>適用</u>國內軌道行業的作法」。	同意。
(七) 交通部高速鐵路工程局 張副組長偉能		
1、 4.4.2 節，P4-8，「人員資質要求」，建議改為「人員資格要求」。其中，相關專業人員的基本資格，認證單位與認證標準等，甚至未來國內之推動方向等等，建議能更加明確。	● P3-14，已修訂為「專業性要求」，原說明調整到 5.1.1 節。 ● 5.1.1 節補充說明辦理機關可於合約規範中要求的人員資格，但考量各計畫特性不同，未明訂年資。 ● 補充 3.3.2 節，說明建議的驗證基準，其中包括安全危害分析結果。 ● 表 3-1 (P3-13) 整理國內長期發展三方案之優點與挑戰。	同意。 同意。 同意。 同意。
2、 4.5 節，P4-10，就所提「確保 IV&V 最終發出的可營運證書」部分，查履勘作業要點規定，係由 IV&V 提出驗證與認證報告，後續通過初履勘後，再由交通部核發營運許可。因此所提可營運證書是否應予修正，請考量。	● 3.2 節已補充強調 IV&V 報告僅為交通部核准通車的依據之一，尚未達到通車證書的位階。 ● 研究報告重新檢視、更正包括 3.5 節在內易導致誤會之用字。	同意。 同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
3、圖 5.2，P5-2，有關「必要驗證期程之建議」部分，履勘作業要點僅要求初履勘時應提出整體系統之獨立驗證與認證報告，惟實質上營運單位是否落實危害移轉、人員訓練及試營運，已涵括於驗證與認證報告之觀察範圍。再則，細部設計之前，RAMS 相關功能需求均已納入招標文件，要求系統廠商配合執行，以利提供 IV&V 相關佐證與進行觀察。亦即在捷運系統全生命週期中，IV&V 雖僅執行基本設計到營運前之中間階段，惟應已可滿足確認「系統穩定、安全無虞」之需求，以上說明供參。	感謝委員建議，修訂報告 4.2.1 節已移除硬性的期程要求，改於 5.1.3 節說明可考量之驗證期程，由辦理機關自行依專案類型、經費、系統成熟度等規範 IV&V 作業期程，並預先於綜合規劃階段預為規劃。	同意。
4、表 5-2，P5-7，不定期觀察報告，一般係針對不特定議題所做之觀察報告，依議題是否存在而定，是否改為選擇性報告，請考量。	● 已更正不定期觀察報告為「選擇性」報告。(表 5-3，P5-12)	同意。
5、6.1 節，P6-1，所提驗證與認證報告內容無關認證 (Accreditation) 乙節，因原文中的 V&V 本來就與 Accreditation 無關，而係依 EN50126 規範，在捷運系統生命週期中，交互進行 Verification 及 Validation 之報告，因此該報告名稱仍宜包含這兩個範疇為允，請參考。	● 因實務上「查證」、「確證」為系統供應商應執行作業，IV&V 專業機構僅會針對關鍵項目再執行查證或確證。 ● 「驗證」所需的證據來源包括審查、查證、確證或評估，涵蓋範圍更為彈性且不局限於 IV&V 專業機構自行查證、確證或引用其他單位的查證、確證證據。 ● 本研究最終改以「驗證」一詞統稱 IV&V 專業機構之活動，可涵蓋委員所述查證與確證。 ● 2.1 節、附錄 1 補充各名詞定義說明。	同意。 同意。 同意。 同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
6、 6.1 節，P6-6，若欲維持整體系統獨立驗證與認證報告之用詞，則所提附件用詞之定義恐需刪除，否則不宜再沿用履勘作業要點目前所要求之報告名稱。	● 本研究最終建議履勘要點中名詞應修正為「整體系統之獨立驗證報告」 ● 詳 4.1 節說明。	同意。 同意。
7、 EN 50126 中針對 SIL 需求的項目，機場捷運專案中，是由廠商聘用 ISA 與 V&V 來滿足標準的獨立性需求。	感謝委員分享，補充概念至 2.1.3 節獨立查證與確證之說明。	同意。
8、 關於 IV&V 該評估營運單位哪些項目，主要是危害從興建單位移轉到營運單位時，應評估相關營運控制措施是否已被充分、妥善的管控。	感謝委員建議，補充 3.3.2 節，說明建議辦理機關可考量要求 IV&V 專業機構納入的驗證基準，其中包括安全危害分析結果。	同意。
9、 整體來說，履勘要點中應納入整體 V&V、IV&V 的緣由、精神，方能使相關作業順利推動。	● 本研究建議將 IV&V 報告定位為營運安全之符合性評鑑成果，且 IV&V 報告之目的為驗證營運安全。(3.3 節，P3-7) ● V&V（查證與確證）為 IV&V 所做符合性評鑑的重要客觀證據來源，相關名詞關係說明於 3.3 節（P3-7）、附錄 1。 ● 另考量國內對 V&V、RAMS 等知識較缺乏，間接影響 IV&V 品質，故於 6.2 節第 7 點建議後續國內應加強推廣、教育。	同意。 同意。 同意。
(八) 交通部鐵路改建工程局		
1、 IV&V 職責應是降低系統性的風險。	本研究建議將 IV&V 報告定位為營運安全之符合性評鑑成果，且 IV&V 報告之目的為驗證營運安全。(3.3 節，P3-7)	同意。
2、 為達成 IV&V 之目的，在人員資格上應有相應的規範。	● 短期建議辦理機關可從契約上要求，5.1.1 節說明建議。 ● 長期建議三方式來確保 IV&V 專業機構之人員資格，詳表 3-1 說明（P3-13）。	同意。 同意。
(九) 台灣高速鐵路股份有限公司		
1、 第三章的內容，請依提供之更正說明修正。	更正 2.1.5 節說明	敬悉。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
2、 P3-11，圖 3.5，「已說明高鐵專案架構，從台灣高鐵公司...」，建議改為「已說明高鐵專案獨立查核機制架構，從台灣高鐵公司...」	已更正 (P2-12)	敬悉。
3、 P3-12，「4. RAM 報告 (Reliability, Availability and Maintainable, RAM)」，應更正為「4. RAM 報告 (Reliability, Availability and <u>Maintainability</u> , RAM)」。	已更正 (P2-13)	敬悉。
4、 P3-12，「高鐵專案的 IV&V 團隊在作業過程中向高鐵公司與高鐵局提送的最終報告包括：(1) 安全報告 (2) 品質報告 (3) 功能性報告 (4) RAM 報告」，建議修訂為：「高鐵專案的 IV&V 團隊在作業過程中向高鐵公司與高鐵局提送的最終報告包括：(1) 最終安全報告 (2) 最終品質報告 (3) 最終功能性報告 (4) 最終 RAM 報告」。	已更正 (P2-13)	敬悉。
5、 P3-55、P3-62，關於「ISO/IEC 17020 對檢驗機構的獨立性做出分類，...過去國內業界的 IV&V 執行機構，多以取得 ISO/IEC 17020 的認證作為可執行 IV&V 的依據，實際上，ISO/IEC 17020 是歐盟要求擔任 ISA 的資格，並非 IV&V」，考量期末報告已提及歐盟並無 IV&V 的要求，所以 3-62 的寫法恐有誤導之虞。建議調整為：「過去國內業界辦理 IV&V 作業時，考量該專業機構應具有獨立性，且需具備一定之專業驗證能力，多以取得 ISO/IEC 17020 的認證作為可執行 IV&V 的依據」。	感謝委員建議，已更正 (P2-65)	敬悉。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
6、 P3-62, 「1. ISA 評估確保營運安全無虞」, 建議修訂為: 「1. 評估確保營運安全無虞」。	P2-65, 已更正為「1. 確保營運安全無虞」。	敬悉。
7、 P3-62, 「2. RAMS 達標」, 建議修訂為: 「2. 確認可符合 RAM 預期目標」。	P2-65, 已更正為「2. 確認可符合 RAM 預期目標」	同意。
8、 P3-62, 「3. 功能確保(可透過 V&V 作業)」, 建議修訂為: 「3. 功能確保」。	P2-65, 已更正為「3. 確保功能符合要求」	同意。
9、 P3-63, 「我國僅要求 IV&V 在既有多方關聯單位外再一次進行評估與確認, 應思考 IV&V 於重複作業之定位及其證書之最終目的」, 建議修訂為: 「我國係要求 IV&V 針對由製造商、承包廠商所執行之 V&V 作業與系統保證作業進行評估與確認外, 並確認功能、品質及安全是否符合相關要求及規範」。	修訂為: 「國內過去 IV&V 專業機構係評估製造商、承包廠商所執行之 ISA、V&V、系統保證及其他關聯作業, 藉以確認功能、品質及安全符合相關要求及規範。」 (P2-65)	同意。
10、 P3-82, 「4. 我國過去的 IV&V 作業其實是獨立單位再一次審查 V&V 結果」, 建議修訂為: 「4. 我國過去的 IV&V 作業, 並非由獨立單位進行 V&V 的作業, 而是評估 V&V 作業的結果」。	感謝委員建議, 已修訂內容。(P2-86)	敬悉。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
11、P7-2，「正確來說，整體系統的「獨立驗證」是必須的...實務上也沒有任何機構具備足夠專業來執行，遑論對計畫期程的衝擊」，建議此一段均刪除，考量一般所稱之 V&V 是指 life cycle 各階段之重要作業，Verification 係為「Confirm output of a phase fulfill requirements defined by previous phase」，Validation 係為「confirm product meets its specified requirement」，所以，V&V 並非指驗證的手法，IV&V 亦不應該是 Independent V&V。	● 理解委員建議，整段重新修改如下：「...普遍的驗證方式則包括審查、查證、確證及評估，其中，查證與確證（V&V）須透過「展現」來確認符合性，故所需成本、專業需求較大，實務上各子系統承包商只會針對安全關鍵系統（尤其軟體控制為主的系統）執行 V&V，若要求整體系統與營運安全相關之功能都要獨立單位再進行一次 V&V，不僅不敷成本，實務上也沒有任何機構具備足夠專業來執行，遑論對計畫期程的衝擊，故過去國內 IV&V 專案多訂定位為獨立單位審查 V&V 成果，亦即 Independent Review of V&V，此應是業界慣以 IV&V 簡稱獨立驗證作業之主因。」(P6-3) ● 經回顧標準定義，「驗證」涵蓋層面較廣，包括檢驗、試驗等都屬於驗證範疇，與查證及確證的定義一致，故修正說明如下「..普遍的驗證方式則包括審查、查證、確證及評估...」，詳 3.3 節。	同意。 同意。
12、高鐵過去辦理 IV&V 是由執行 IV&V 的廠商，出具安全、功能、品質、RAM 證明後，報請交通部同意。	敬悉。	敬悉。
(十) 臺北市政府捷運工程局		
1、P3-7,「IV&V 類型如表 3-3」應為表 3-4，請更正。	已更正 (P2-9)	同意。
2、建議是否可請合作研究單位亦比照表 3-8 及 5.2 節研提 IV&V 專案預算成本 2% 方式，研提獨立「安全」驗證與認證報告聘請公正第三方單位之專案預算成本建議值，俾供後續執行參考？	本研究主要研析 IV&V 報告內容，關於整體機制細節已補充如前述各點說明，關於 ISA 的定位與聘用機制等更細部規範，已納入 6.2 節第 7 點後續建議。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
3、建議前述獨立「安全」驗證與認證報告及 ISA 之運作機制宜納入 7.2.2 節。	● 修訂報告章節調整。 ● 表 5-1 補充分析 IV&V 與 ISA 之聘用方案比較。(P5-4) ● 本研究主要研析 IV&V 報告內容，關於整體機制細節已補充如前述各點說明，關於 ISA 的定位與聘用機制等更細部規範，已納入 6.2 節第 7 點後續建議。	同意。 同意。 同意。
4、P4-7、P6-7，4.4 節、6.2.1 節、7.1.4 節，請問 4.4「執行資格要件問題」為何尚缺 6.2.1 節、二、（九）所定義機關可自行辦理驗證與認證之相關內容，包括： （1）須具備哪些具體可供判斷之機關資格要件，（2）事前如何核准（或認證）機關可自行辦理之建議作法，建請補充。例如整合 4.4 節及表 6-7 說明「專業及公正」及案例，並考量報告啟承依循順序，否則後續自行辦理似將缺少完整之執行依據，相關議題也建議納入 7.1.4 結論。	● 原規範條文修訂為共 4 條。 ● 4.1 節，已刪除機關可自行辦理驗證與認證之用詞，主要考量自行辦理只是多種方案之一，不特別強調。 ● 須經主管機關認證用詞已統一刪除，改於 5.1 節透過作業指引方式說明，例如委員所述自行辦理部分屬於方式一作法（於興建、營運及顧問團隊內成立一專業、獨立團隊來執行驗證工作）。(P5-2) ● 4.2.1 節，規範第 3 條，增訂應說明獨立性，詳 5.1.1 節指引說明。 ● P5-15，扼要說明獨立性可供佐證要件（ISO/IEC 17020）。 ● 本研究主要研析 IV&V 報告內容，關於整體機制細節已補充如前述各點說明，並新增 4.3 節，建議修訂大眾捷運申審要點，於綜合規劃階段預做規劃。關於招標範本、履勘要點的下一階文件等更細部規範，已納入 6.2 節第 7 點後續建議。	同意。 同意。 同意。 同意。 同意。 同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
5、 4.5 節、6.2.1 節，請問 4.5 「國際接軌問題」為何尚缺 6.2.1 節、九所定義「整體系統」中至少有哪些項目須由公正第三方單位執行及提交獨立「安全」驗證與認證報告？否則後續似將缺少完整之執行依據（參見本局期中報告意見 49），建議是否宜比照 6.2.1 節、二、（八）就定義「整體系統」之方式，提出研究及建議作法？（可參考本局期中報告意見 33 檢討有關尹顧問所提 CIL 文件之方式）	於 5.1.2 節補充說明綜合規劃階段可預先規劃獨立驗證作業，例如透過 PHA 或 SIL 分析的方式(P5-8)。	同意。
6、 P5-1，5.1.1 節，圖 5.1 軌道系統生命週期內 1.及 3.均為基本設計階段，是否有誤？	修訂報告調整為圖 5.4，已更正為「1. 可行性研究階段」（P5-9）	同意。
7、 P5-5，建議澄清所列「隧道與地下段」項目：（1）「環境偵測監控」工作是否在公共區才須辦理有關空氣品質法相關監測項目？地下隧道屬非公共區是否須辦理環境偵測監控有關空氣品質法相關監測項目？（2）有關「環境偵測監控」所指之範圍及其工作內容項目為何？（3）所列項目名稱：建議修正為地下段隧道部分以與車站及高架隧道段區別？	● P5-7，表 5-2，更正「隧道與地下段」為「地下隧道段」。 ● P5-7，表 5-1，已刪除原屬「地下隧道段」之環境偵測監控，感謝委員建議。	同意。 同意。
8、 P6-1，6.1 節，經查第三章只有各節之「小結」，並無此處所稱之「結論」，故閱讀上無從連結所引述之 2 項問題，建請確認及修正。	● 修正為： 根據 2.1.6 節小結已知目前履勘要點所要求的「整體系統獨立驗證與認證報告」大致有以下問題（P4-1）	同意。
9、 P6-6，6.2.1 節一，仍建議「整體系統之驗證與認證報告」宜加註（以下簡稱本報告），俾利後文引述。	● 全文中改以 IV&V 報告統稱之，加註於附錄 1 縮寫對照。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
10、P6-6，6.2.1 節二，建議就 6.2.1、二、(二) 及 6.2.1、九提及之「主管機關」定義？俾利有別於 6.2.1、二、(九) 之「機關」定義。	● 原報告之主管機關定義係承襲履勘要點之定義，修訂報告 1.2.1 節已刪除主管機關相關要求。 ● 第四章、第五章統一定義、修訂文字為辦理機關避免混淆。	同意。 同意。
11、6.2.1 節，請問 6.2.1、九條文本身「公正第三方單位」用語前使用之形容詞是否已定義清楚何謂「公正第三方單位」？尤其是負責執行之主管機關看法？若已清楚時，建議移出一併納入 6.2.1、二之用詞定義。	● 已刪除「公正第三方單位」用詞，主要係因本研究將 IV&V 報告定位為營運安全符合性評鑑成果，亦即營運安全驗證為其主要目的，其他功能、品質、可用度等非必要，故無需再強調由公正第三方單位執行安全驗證。 ● 表 5-1 補充分析 IV&V 與 ISA 之聘用方案 (P5-4)。 ● 本研究主要研析 IV&V 報告內容，關於整體機制細節已補充如前述各點說明，並建議於綜合規劃階段預做規劃。關於招標範本、履勘要點的下一階文件、ISA 的定位與聘用機制等等更細部規範，已納入 6.2 節第 7 點後續建議。	同意。 同意。 同意。
12、6.2.1 節，建議 6.2.1 節、九宜檢討、補充及明確規定「係須由機關（業主）獨立招標」或是規定「亦可由承商另外聘請」，由取得主管機關或主管機關指定機構認證之「公正第三方單位」（ISA）提交獨立「安全」驗證與認證報告？或是其他方式？俾利後續執行有據。	● 5.1.1 節說明辦理機關可考量確保 IV&V 專業機構之獨立性與專業性的 3 種方式。 ● 表 5-1 補充分析 IV&V 與 ISA 之聘用方案 (P5-4)。 ● 本研究主要研析 IV&V 報告內容，關於整體機制細節已補充如前述各點說明，關於招標範本、履勘要點的下一階文件、ISA 的定位與聘用機制等更細部規範，已納入 6.2 節第 7 點後續建議。	同意。 同意。 同意。
13、P6-7，6.2.1 節八、表 5-2、表 6-11，建議(四)及(五)項報告名稱之用詞應整合表 5-2 及表 6-11，使其一致，避免誤解。	● 4.1.1 節規範條文中，已刪除階段報告內容，改於 5.1.4 節表 5-3 補充說明作業指引供辦理機關參考。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
14、期中審查意見 23，處理情形及期末報告並未就本局期中報告意見 23，補述所答覆本研究建議採修正型 IV&V 於所列技術、管理、財務上或其他方面之建議理由為何？尤其為何不建議採傳統型 IV&V 亦由業主獨立管理 IV&V？且為何於後續第五、六、七章內容中皆未見本項研究建議？	P2-9，表 2-4 為 IEEE 1012 所列之 IV&V 類型，惟 IEEE 軟體查證、確證之規範標準，與本研究探討的獨立驗證報告不同，本研究回顧 IEEE 1012 目的在突顯所謂的「獨立」沒有一定標準，而是程度上的不同，故建議參考 ISO/PAS 17001 對公正性之建議，關鍵是無利益衝突，已納入 5.1.1 節辦理機關確保獨立性之作業指引建議。	同意。
15、建議可否由合作研究單位自主盤點本研究過程中所有研究建議事項是否均已納入第五、六、七章最終結論之內容？俾免遺珠之憾。	遵照辦理，已再盤點各項意見補充說明，惟部分課題屬於 IV&V 或相關機制的作業細節（例如 ISA），非本研究主題，已納入 6.2 節後續研究建議。	同意。
16、研究報告中建議 IV&V 專業機構應被認證，應補充說明認證相關的作業方法。	已刪除須經主管機關認證之要求，改由 IV&V 專業機構應於報告中說明其專業性與獨立性（4.2.1 節規範第 3 條）；辦理機關的規劃作業指引則補充於 5.1.1 節。	同意。
17、研究報告中提到驗證、認證、查證、確證等名詞似仍有混用狀況，部分專業名詞也應一致確保報告的嚴謹。	● 因實務上「查證」、「確證」為系統供應商應執行作業，IV&V 專業機構僅會針對關鍵項目再執行查證或確證。 ● 「驗證」所需的證據來源包括審查、查證、確證或評估，涵蓋範圍更為彈性且不局限於 IV&V 專業機構自行查證、確證或引用其他單位的查證、確證證據。 ● 本研究最終改以「驗證」一詞統稱 IV&V 專業機構之活動。 ● 2.1 節補充各名詞定義說明。	同意。 同意。 同意。 同意。
18、關於獨立安全驗證或獨立安全評估，應釐清那些項目該執行，例如有些廠商並未循 EN 50126 要求進行安全分析，該如何辨別是否需要 ISA。	建議回歸 IEC 61508 規範，僅要求電氣/電子/可程式化電子組件須執行 SIL 分析，其餘部分的安全需求非屬 SIL 範疇，詳 2.3.2.1 節及 IEC 61508 標準說明。	同意。
19、關於 ISA 究竟應由廠商聘用或業主聘用，報告中未明確說明。	經回顧國際上各種類似機制後，可發現無硬性要求之做法，故於表 5-1 補充分析 IV&V 與 ISA 之聘用方案比較，供辦理機關考量。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
20、究竟 I 的定義為何應釐清，研究單位說明統包商與供應商間有 ISA，主辦機關與統包商間有 IV&V，兩者的 I 是否相同？	經 2.3 節回顧法規機制後可發現，無論 ISO/IEC 17020、IEEE 1012 等談到 ISA 或 IV&V 之標準，對獨立的要求均保留程度上的彈性，故本研究建議參考 ISO/PAS 17001 對公正性之建議（3.4 節），關鍵是無利益衝突，已納入 5.1.1 節辦理機關規劃作業指引說明。	同意。
21、若 ISA 是研究單位建議的機制，應補充說明 ISA 所需經費以利執行單位參考。	本研究主要研析 IV&V 報告內容，關於 ISA 的定位、功能等已於表 5-1 補充說明與 IV&V 之關係，至於更細部規範、經費等，已納入 6.2 節第 7 點後續研究建議。	同意。
（十一） 新北市政府捷運工程局		
1、 附件條文之建議： (1) 中立、獨立用詞應明確、一致。 (2) 許多要求採用「應」，執行上會缺乏彈性。 (3) 交通部目前無指定認證機構或直接認證特定機構來辦理 IV&V，實務上會無從辦理。 (4) 若相關條文僅是履勘要點的附件，在法律位階上如何讓依採購法辦理採購的執行機關遵循？	原第六章內容於修訂報告中改為第四章，關於委員意見逐一說明如下： (1) 4.2.1 節，規範條文中已刪除中立用詞。 (2) 4.2.1 節，規範條文專注於說明 IV&V 報告所需內容，關於規劃作業方式改於 4.3 節建議修訂大眾捷運申審要點，提前於綜合規劃階段預為規劃，相關作業指引於 5.1 節說明。 (3) 已刪除須經主管機關認證之要求，改由 IV&V 專業機構於所提報告中說明其專業性與獨立性，辦理機關規劃作業指引補充於 5.1.1 節，IV&V 報告中可參考的撰寫方式於 5.2 節說明。 (4) 本研究建議採附件方式，也已從法務專業角度重新修正附件條文用詞，若交通部後續有提升位階需要時也可直接沿用。	同意。 同意。 同意。 同意。
（十二） 桃園市政府捷運工程局		
1、 關於表 5-1 建議驗證項目，書面提供名詞建議供研究單位參考。	修訂報告調整為表 5-2，已依委員意見更正。	敬悉。
（十三） 臺北大眾捷運股份有限公司		

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
1、建議維持驗證與認證用詞，將「認證」視為履勘作業中對營運公司的證明。	● 因實務上「查證」、「確證」為系統供應商應執行作業，IV&V 專業機構僅會針對關鍵項目再執行查證或確證。 ● 「驗證」所需的證據來源包括審查、查證、確證或評估，涵蓋範圍更為彈性且不局限於 IV&V 專業機構自行查證、確證或引用其他單位的查證、確證證據。 ● 本研究最終改以「驗證」一詞統稱 IV&V 專業機構之活動。 ● 2.1 節補充各名詞定義說明。	同意。 同意。 同意。 同意。
2、建議獨立驗證與認證範疇以「安全」為主，畢竟初、履勘也是著重在安全，權責上也可明確，交通部就是關注安全關鍵項目，其他維修、功能由營運機構、辦理機構來把關即可。	參考委員意見，本研究已建議將 IV&V 報告定位為營運安全之符合性評鑑成果，且 IV&V 報告之目的為驗證營運安全。（3.3 節，P3-7）	同意。
3、關於獨立驗證機構資格，建議由工程單位報請地方主管機關同意即可，不一定需要第三方單位。	已刪除須經主關機關認證之要求，改由 IV&V 專業機構於所提報告中說明其專業性與獨立性（4.2.1 節規範第 3 條），辦理機關規劃作業指引補充於 5.1.1 節。	同意。
（十四）高雄市政府捷運工程局		
1、履勘要點第三條的重點是「無營運安全之虞」，此應為整體系統之獨立驗證與認證報告的目的。	參考委員意見，本研究已建議將 IV&V 報告定位為營運安全之符合性評鑑成果，且 IV&V 報告之目的為驗證營運安全。（3.3 節，P3-7）	同意。
2、履勘要點只要求應提送整體系統之獨立驗證與認證報告，未明訂細部內容應是為了保留最大彈性。	已刪除階段報告要求，僅於 4.2.1 節規範第 3 條（P4-5）要求報告應有之大項內容，細部作業方式改列於第五章作業指引供辦理機關規劃獨立驗證作業時參考。	同意。
3、整體系統之獨立驗證與認證報告起源於 EN 50126 之要求，廠商已完成 V&V 作業，IV&V 應是針對其中的關鍵部分再行審查。	補充委員概念於 3.3 節。（P3-7）	同意。
4、研究團隊的成果較適合供主辦機關訂業主需求時參考，但不適合納入法規避免窒礙難行。	細部作業方式改列於第五章作業指引供辦理機關規劃獨立驗證作業時參考，4.2.1 節規範僅做原則、上位性的要求避免實務上窒礙難行。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
(十五) 本所計畫承辦單位		
1、 期末報告第三章文獻回顧部分，為使閱讀者容易掌握其重點及其差異，建議綜整國內外 IV&V 相關規定之重點及其差異表。	於 2.5 節補充表 2-15，說明國內外類似 IV&V 機制之比較。(P2-84)	同意。
2、 期末報告第三章文獻回顧中及第四章圖 4.4 系統保證概念所提及「系統保證」部分，其系統保證是否有其限制？例如是否保證零事故或是保證在可容忍的風險控制範圍內？建議可補充說明，避免捷運系統通車後，發生事故時歸責於「系統保證」或 IV&V。	2.3.2.1 節與 2.3.2.2 節回顧之 IEC 61508、EN50126 標準已說明系統保證作業只是確保安全風險降到可接受範圍，IV&V 目的在評估系統保證作業是否已充分、相關控制措施是否已落實，僅是確保安全風險「的確」降到可接受範圍，不代表系統無安全風險，補充說明於 3.2 節 (P3-4)。	同意。
3、 期末報告第六章 6-5 頁修正條文「十二、本要點修正發布施行後，尚未奉行政院核定之計畫，未來初、履勘時應提出整體系統之獨立驗證報告。至於已奉行政院核定之計畫，仍應至少提出包含機電系統之驗證報告。」部分，其「修正發布施行後」係指民國 99 年之修正發布施行後？或是指未來本研究案修正條文通過後之發布施行後，兩者之規範對象有所不同？請確認後，視其可能的規範對象，再調整文字。	已更正用詞： ● 原第六章內容於修訂報告中改為第四章 ● 4.2.1 節作業規範第 1 條改為「本規範依據大眾捷運系統履勘作業要點（以下簡稱本要點）第三條第七項訂定。」，區分本規範與本要點。	同意。 同意。
4、 期末報告第六章 6-6 頁「因應 6.1 節兩方案使用不同名詞，本節統一以方案一方式說明（維持「整體系統獨立驗證與認證報告」之用詞）。」部分，建議可補充方案一及方案二相關之修正條文總說明、建議條文、說明於報告附錄中。	● 本研究最終決定採方案二，以「驗證」一詞統稱 IV&V 專業機構之活動。 ● 補充總說明、建議條文、說明於附錄 2。	同意。 同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
5、 期末報告第六章6-11頁「後續交通部可仿效澳洲 AEO 作法統一制定認證規範，或比照美國 SSC 制度成立一專責指定機構辦理(例如軌道技術研究暨驗證中心)，或沿用歐盟機制，挹注資源讓 TAF 具備軌道運輸系統 ISO/IEC 17020 認證能力。」部分，建議可補充澳洲、美國及歐盟之認證機制於報告附錄中。	● 於3.4節補充表3-1說明IV&V執行資格中長期建議方案與分析(P3-13)。 ● 考量相關文件逾百頁，補充簡介與文件下載網址於附錄8。	同意。 同意。
6、 期末報告第七章7-3頁「應導正名詞誤用產生的誤解」部分，考量其名稱使用有其發展過程及歷史背景，建議改為「應釐清中英文名詞使用差異，提高用詞精確度」。另報告中「誤用」及「誤解」等用詞亦請一併修改。	● 已修訂為「應釐清中英文名詞使用差異，提高用詞精確度」 ● 統一修訂「誤用」及「誤解」用詞，包括 ■ P2-1，2.1節。 ■ P2-64，2.3.2.10節第1點。 ■ P2-85，2.5.1節第1點。 ■ P2-85，2.5.1節第3點。 ■ P6-3，6.2節第1點。 ■ P6-5，6.3節第1點。	同意。 同意。
(十六) 本所運計組		
1、 P3-83，3.5.1節，結論第5點，研究單位從國外類似機制回顧中已發現國際上沒有整體系統IV&V案例，為何建議的增訂條文第五條(P6-12，表6-8)仍維持驗證範圍應涵蓋整體系統?	修訂報告已改為建議將IV&V報告定位為營運安全之符合性評鑑成果，且IV&V報告之目的為驗證營運安全。(3.3節，P3-7)	同意。
2、 P3-84，3.5.2節，圖3.23，研究團隊已發現目前我國缺乏IV&V專業機構的認證機制，研究結論(P7-4，7.3節，結論第3點)也提出3方案，應再製表比較3方案優劣供後續主管機關綜合考量。	補充表3-1說明IV&V執行資格中長期建議方案與分析。(P3-13)	同意。
(十七) 吳主席玉珍		

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承 辦單位審查 意見
1、關於整體系統之驗證與認證報告位階，尚未達許可通車之「證書」，請研究單位在此前提下重新考量相關建議是否適當。	● 3.2 節已補充強調IV&V 報告僅為交通部核准通車的依據之一，尚未達到通車證書的位階。(P3-3) ● 研究報告重新檢視、更正易導致誤會之用字。	敬悉。 敬悉。
2、研究成果雖已滿足合約要求，但考量研究產出在實務應用上尚有待討論處，會後請研究團隊再與承辦單位討論，採所內審查方式決定是否審查通過。	已於 106/12/25 依委員意見修正後，重新提送修正報告。	敬悉。

附錄 7 投稿論文摘要

中華民國運輸學會 106 年
學術論文研討會
中華民國 106 年 12 月

軌道運輸系統獨立驗證制度之探討-以我國 IV&V 制度為例

The Study of Independent Certifications in Railway Systems – a Case Study of IV&V in Taiwan

林杜寰 Tu-Huan Lin¹

孫千山 Chian-Shan Suen²

李治綱 Chi-Kang Lee³

張開國 Kai-Kuo Chang⁴

葉祖宏 Tsu-Hung Yeh⁵

吳熙仁 Hsi-Jen Wu⁶

摘要

我國自 99 年修訂「大眾捷運系統履勘作業要點」，要求軌道系統在初勘、履勘前應提出整體系統之 IV&V 報告，惟此報告之內容、項目及基準等並未明訂於要點中，造成實務上不得不執行卻又無從執行的困境。本研究藉由國際上軌道系統驗證制度的探討，釐清我國 IV&V 報告之目的，並整理近年 IV&V 專案的作業內容與實務招標之問題。最終參酌國內外作法，建議：(1)短期應明定 IV&V 獨立性與專業性之要求，並以安全作為 IV&V 作業的重點 (2)長期應由政府成立專責機構統籌辦理 IV&V 作業，方能使此機制更為完善並達到當初修法之目的。

關鍵詞：軌道系統、IV&V、驗證

Abstract

Since 2010, the Regulation, which defines the requirements and procedures of on-site inspections implemented by the government before approving the revenue service of railway systems, was amended and the additional certified report is required.

¹財團法人中興工程顧問社研究員 (聯絡地址：11494 台北市內湖區新湖二路 280 號，電話：02-87919198，E-mail: dhlin@dhv.com)。

²財團法人中興工程顧問社研究員兼組長。

³南台科技大學教授。

⁴交通部運輸研究所運安組組長。

⁵交通部運輸研究所運安組副組長。

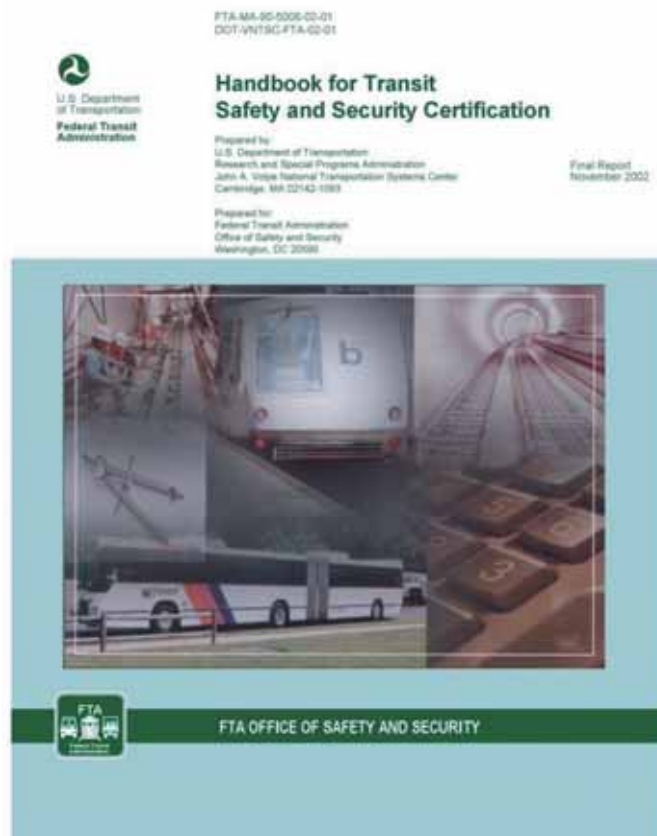
⁶交通部運輸研究所運安組研究員。

附錄 8 國外可借鏡制度說明

美國 SSC

美國 49 CFR Part 633 律定美國聯邦大眾運輸署（Federal Transit Administration，以下簡稱 FTA）應透過專案管理機制（Project Management Oversight，以下簡稱 PMO）確保捷運系統能被妥善興建，PMO 應執行多項工作，其中包括安全與保安驗證（Safety and Security Certification），並於 2002 年整合各州確保大眾運輸系統安全與保安的機制與做法，發行針對軌道系統的安全與保安授證手冊（Handbook for Transit Safety and Security Certification），內容可供我國後續研擬相關機制參考，文件下載網址如下：

<https://www.transit.dot.gov/sites/fta.dot.gov/files/docs/SSC.pdf>



歐盟 ISA

歐盟於 2004 年發布的 DIRECTIVE 49/2004/EC，旨在建立歐盟各國間一個通用的安全架構，藉以消除火車跨國營運時技術性問題，其中包括訂定發展通用安全方法（Common Safety Method，以下簡稱 CSM）的架構，2009 年發布的 Commission Regulation 352/2009/EC 進一步說明執行 CSM 的細節，包括當系統有安全影響重大變更時，應重新進行安全風險管理，並訂定安全風險管理程序之細節，且要求前述安全風險管理程序應採獨立評估方式，並產出獨立安全評估報告，2013 年歐盟再度發布 Commission Implementing Regulation 402/2013/EU 取代 352/2009/EC 補充相關細節，文件下載網址如下：

<http://www.era.europa.eu/Document-Register/Pages/dld-rev-csm-for-ra.aspx>

L 121/8	Official Journal of the European Union	3.5.2013
COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) No 402/2013 of 30 April 2013 on the common safety method for risk evaluation and assessment and repealing Regulation (EC) No 352/2009 (Text with EEA relevance)		
THE EUROPEAN COMMISSION,		
Having regard to the Treaty on the Functioning of the European Union,		
Having regard to Directive 2004/49/EC of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on safety on the Community's railways and amending Council Directive 91/18/EEC on the licensing of railway undertakings and Directive 2001/14/EC on the allocation of railway infrastructure capacity and the leasing of charges for the use of railway infrastructure and safety certification (Railway Safety Directive) (1), and in particular Article 8(4) thereof,		
Whereas:		
(1) In accordance with Directive 2004/49/EC, common safety methods (CSMs) should be gradually introduced to ensure that a high level of safety is maintained and, where and where necessary and reasonably practicable, improved.	(2) In accordance with Directive 2004/49/EC the basic elements for the safety management system should include procedures and methods for carrying out risk evaluation and implementing risk control measures whenever a change in operating conditions or new material imposes new risks on the infrastructure or on operations. The basic elements of the safety management system is covered by this Regulation.	
(3) On 12 October 2010 the Commission issued a mandate to the European Railway Agency (the 'Agency') in accordance with Directive 2004/49/EC, to revise Commission Regulation (EC) No 352/2009 of 24 April 2009 on the adoption of a common safety method on risk evaluation and assessment as referred to in Article 8(1)(a) of Directive 2004/49/EC of the European Parliament and of the Council (2). The revision should cover the results of the analysis by the Agency under Article 9(4) of the Regulation of the overall effectiveness of the CSM for risk evaluation and assessment and experience with its application as well as further developments in the rules and the responsibilities of the assessment body referred to in Article 6 of that Regulation. The revision should also include the qualification requirements for developing a recognition/accreditation scheme for the assessment body according to its role in the CSM, with a view to improving clarity in order to avoid differences in application across the Member States, taking into account the interface with existing Union authorisation/certification procedures in the railway sector. If feasible, the revision of Regulation (EC) No 352/2009 should also cover further developments in risk acceptance criteria that could be used to assess the acceptability of a risk during explicit risk estimation and evaluation. The Agency submitted its recommendation on the revision of the CSM to the	(4) Article 14a(3) of Directive 2004/49/EC requires entities in charge of maintenance to establish a system of maintenance in order to ensure that the vehicles for which they are in charge of maintenance are in a safe state of running. To manage changes in equipment, procedures, organisation, staffing or interface, the entities in charge of maintenance should have in place risk assessment procedures. That requirement for the system of maintenance is also covered by this Regulation.	
	(5) As a consequence of the application of Council Directive 91/440/EEC of 29 July 1991 on the development of the Community's railways (3) and of Article 9(2) of Directive 2004/49/EC, particular attention should be paid to risk management at the interface between the actors which are involved in the application of this Regulation.	
	(6) Article 13 of Directive 2008/137/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 on the interoperability of the rail system within the Community (4) requires Member States to take all appropriate steps to ensure that the structural subsystems constituting the rail system may be placed in service only if they are designed, constructed and installed in such a way as to meet the essential requirements concerning them when integrated into the rail system. In particular, the Member States must check the technical compatibility of those subsystems with the railway system into which they are being integrated and the safe integration of those subsystems in accordance with the scope of this Regulation.	
	(7) The absence of a common approach for specifying and demonstrating compliance with safety levels and requirements of the railway system among the Member	

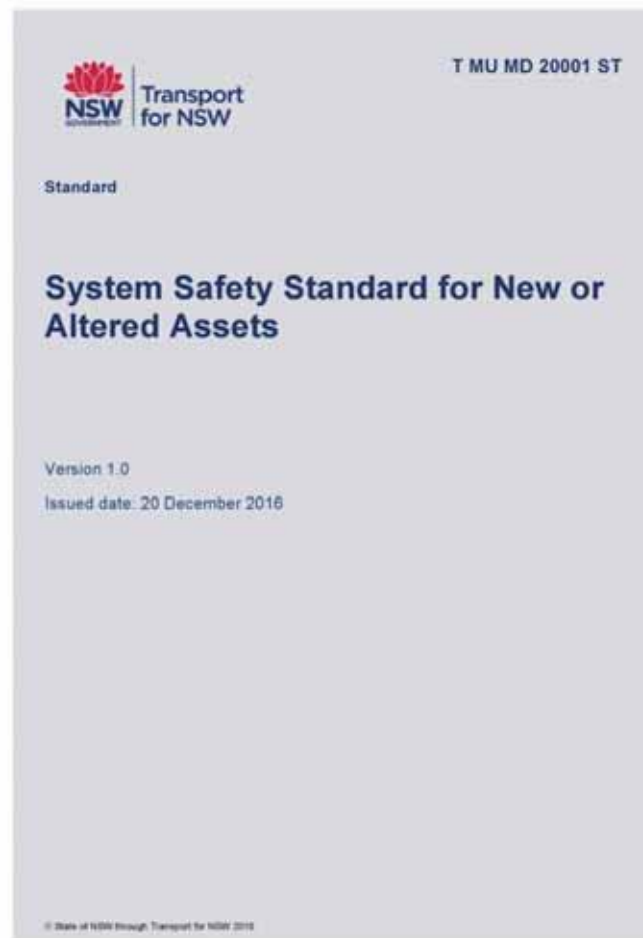
(1) OJ L 166, 20.4.2004, p. 44.
(2) OJ L 168, 29.4.2009, p. 4.

(3) OJ L 127, 24.8.1991, p. 29.
(4) OJ L 191, 18.7.2008, p. 1.

澳洲 AEO

澳洲新南威爾斯交通部採用 AEO 制度（Authorised Engineering Organisation）辦理工程計畫或控管工程品質，工程公司或機構、設備商可向資產標準署（Asset Standards Authority，以下簡稱 ASA）申請成為 AEO，當政府形態管理委員會（Configuration Management Committee，以下簡稱 CMC）認為系統有重大變更及安全影響時，會要求 AEO 提交系統安全計畫、營運安全論據、獨立安全評估予 CMC，其中，獨立安全評估須由符合資格的 ISA 機構執行，ASA 初步規劃將要求另一家同樣有 AEO 資格的機構擔任 ISA，相關規範文件下載網址如下：

<https://www.transport.nsw.gov.au/industry/standards-and-accreditation/standards/find-a-standard/system-safety-standard-for-new-or-0>



附錄 9 期末修訂簡報



交通部運輸研究所
Institute of Transportation, MOTC

大眾捷運系統獨立驗證與認證(IV&V)規範 及其報告撰寫規範之研究 期末修訂簡報





中興工程顧問社
SINOTECH ENGINEERING CONSULTANTS LTD.

簡報內容

大眾捷運系統獨立驗證與認證(IV&V)規範
及其報告撰寫規範之研究

- 壹. 計畫背景
- 貳. 專案、法規機制、標準回顧
- 參. IV&V作業要求
- 肆. 履勘要點增訂條文說明
- 伍. 報告規範建議
- 陸. 結論、發現與建議

Part 1

計畫背景

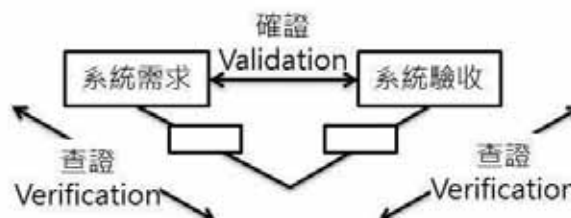
驗證與認證



英文	中文	定義 (驗證機構認證作業手冊)
Accreditation	認證	指認證機構給予書面正式認可驗證機構(或確證與查證機構)有能力執行規定工作之過程或活動。
Certification	驗證	指驗證機構授與書面保證人員、產品、程序或服務符合規定要求之過程或活動

查證與確證

EN 50126



	CNS 12680 (ISO 9000)
Verification	查證 ，經由客觀證據之提供，證實業已滿足規定的要求
Validation	確證 ，經由客觀證據之提供，證實業已滿足意圖用途或應用之要求

4

我國IV&V報告緣由

❖民國99年7月「大眾捷運系統履勘作業要點」

- 大眾捷運系統於報請辦理初勘前，應提出整體系統之獨立驗證與認證報告（業界簡稱之為「IV&V」報告）

導入IV&V機制之計畫	
台灣高鐵	臺鐵普悠瑪
高鐵南港延伸與新增三站	臺鐵柴液調動機
高雄捷運	臺鐵車門改造
機場捷運	淡海輕軌
南迴機電	安坑輕軌
台中員林高架化	高雄輕軌
臺鐵EMU 700	三鶯線

不只捷運、輕軌，臺鐵、高鐵均有IV&V

近年由業主招標

由國外廠商主辦

不只新建計畫，延伸增站、升級、設備採購等均有IV&V案例

5

我國現階段IV&V問題

IV&V 是什麼？

- 發證單位？
- 多買保險？
- 國際慣例？
- ...

報告保證 什麼？

- 安全
- RAM
- 功能
- 品質

IV&V 該做什麼？

- 書面評估
- 見證
- 稽核
- ...

誰可以來 做IV&V？

- 驗證機構？
- 有實績單位？
- 獨立單位？
- ...

RAM: Reliability, Availability, Maintainability

可靠度, 可用度, 可維修度

履勘要點未釐清「整體系統之獨立驗證與認證報告」內容是主因

6

研究目的

釐清IV&V定義與定位



- 回顧相關標準、國內外專案
- IV&V之執行範圍、驗證項目、報告內容
- IV&V之資格要件、驗證基準

IV&V功能之共識



- 確保捷運系統滿足營運及使用者需求
- IV&V於全生命週期各階段之任務

7

研究目的

研擬獨立驗證與認證報告規範

- 獨立驗證與認證報告之撰寫指導規範
- 明訂應揭露資訊支援主管機關初履勘作業



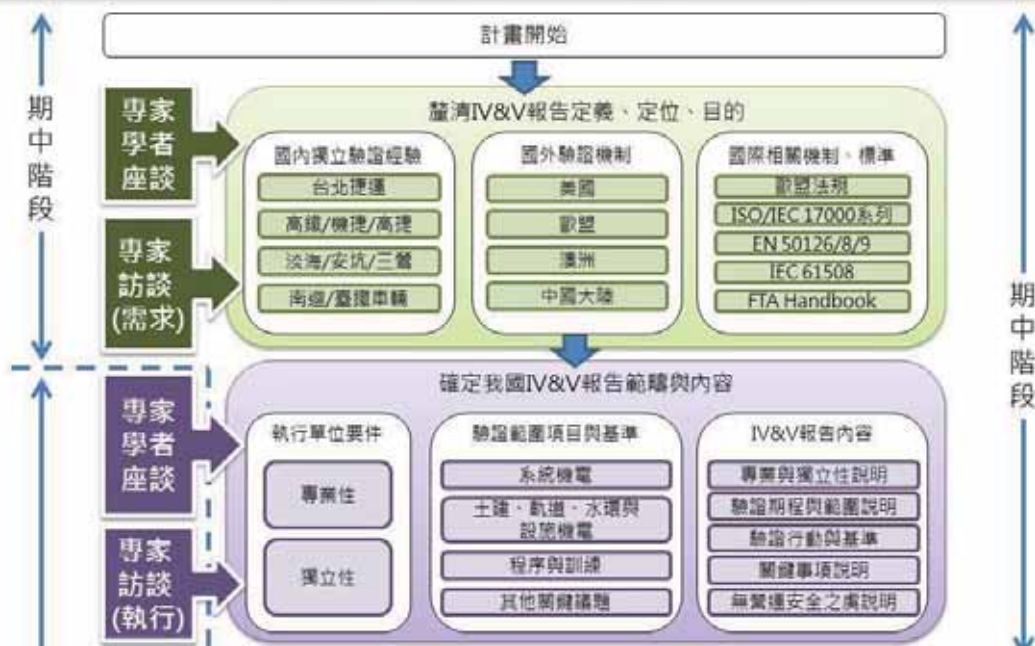
研擬履勘要點增修草案

- 以利後續捷運系統建設相關作業有所依循
- 確保IV&V作業品質並兼顧實務可操作性



8

研究流程





40

專案回顧

期末報告 表3-7	高鐵	北捷	高捷	機捷	淡海/安坑 /三鶯	南迴	臺鐵
IV&V	有	V&V	有	有	有	有	有
獨立招標	BOT	-	C3C	否	有	有	有
驗證範圍	機電 土建 營運	機電 營運	機電 土建 營運	機電 營運	機電 土建 營運	機電 營運	機電 營運

期末報告 表3-9	哥本哈根輕軌	澳洲NWRL	杜拜捷運	澳門輕軌
發證者 角色名稱	獨立安全評估	Independent Certifier	獨立安全評估	獨立安全評估
獨立招標	是	是	是	是
範圍	機電土建營運 (安全相關)	機電營運 (不限安全)	機電土建營運 (安全相關)	機電土建營運 (安全相關)

12

法規機制回顧



歐盟

- 49/2004/EC
 - 跨國鐵路應透過安全方法確保安全
- 352/2009/EC
 - 應有獨立機構執行安全方法及授予證書
- 402/2013/EU
 - 補充獨立機構的資格與評估作業細節



美國

- CFR 236
 - 軟體控制為主的號誌與列車控制系統應辦理IV&V (Independent Review of V&V)
- CFR 249
 - 第三方評估安全之要求
- 安全與保安委員會
 - 軌道系統商轉前須取得安全與保安委員會授予證書



澳洲

- AEO機制
 - 工程公司或機構、設備商向政府申請取得特定領域之認證始得執行相關業務
 - 系統有重大變更時應委由另一家AEO執行獨立安全評估

安全

13

標準回顧

IEC61508

- 電機電子可程式化通用組件的功能安全要求，對安全完整性等級的訂定、驗證有詳細的說明

EN 50126/8/9

- 軌道系統系統保證部分規範，包括全生命週期應辦理RAMS作業及獨立安全評估之要求

ISO/IEC 17020

- 符合性評鑑標準17000系列中，說明檢驗機構取得認證要求之標準

AS/NZS 15288

- 全生命週期查證與確證作業規範

IEEE 1012

- 軟體獨立查證與確證作業規範

IEEE 1483

- 安全關鍵功能查證與確證作業規範

14

小結

專案

- 各國作法、名稱不同，但目的相同，由獨立公正單位發出證書作為政府核準系統可營運之依據

法規機制

- 國外主要採獨立安全評估機制，評估範圍包括機電、土建、營運，但限於與安全相關項目

- 美國聯邦法規僅要求軌道系統內針對軟體控制為主的安全功能應執行IV&V；澳洲透過AEO認證機制確保專業與公正性。

- 歐盟要求軌道系統中的安全關鍵功能應辦理「獨立安全評估」，並具體要求驗證機構應取得ISO 17020資格以佐證獨立性與專業性。

標準

- EN 50126/8/9要求安全關鍵功能應辦理的的第三方獨立評估作業，指的是獨立安全評估(ISA)。

- 國內過去IV&V辦理方式乃要求廠商自行辦理V&V，IV&V專業機構為再一次的審查(Independent Review of V&V)。

15

Part 3

IV&V作業要求

法規修訂建議方案

修訂方向

「整體系統之獨立驗證與認證報告」建議修訂為「整體系統之獨立驗證報告」

- 刪除「認證」
- 定位為具「驗證」性質的報告，最符合本報告定位
(陳述軌道運輸系統、規劃興建過程、提供之服務符合規定要求)

- ❖ 驗證/Certification (CNS 17000、ISO 17000)
- ❖ 驗證: 由中立之第三者出具書面證明特定產品、過程或服務能符合規定要求之程序。(標準法)
- ❖ 驗證: 有關於產品、過程、系統或人員之第三者陳述。(CNS 17000)
- ❖ 陳述/Attestation: 一項陳述之提出，其係基於對滿足特定要求事項已予展現之審查後而作之決定(備考1: 對結果之陳述，引用於本標準中做為「符合性陳述」，傳遞特定要求事項經已滿足之保證訊息，此一保證訊息其本身並不提供合約上或法規上之保證陳述)。(CNS 17000)
- ❖ 審查/Review: 對標的達到既定目標的適宜性、充裕性或有效性之決定。(CNS 12680)
- ❖ 第三者符合性評鑑作業(third party conformity assessment activity): 符合性評鑑作業係由獨立之人員或組織所執行，獨立於所提供受評對象之人員或組織，或獨立於受評對象中之利害相關使用者。(CNS 17000)

法規修訂建議方案

修訂方向

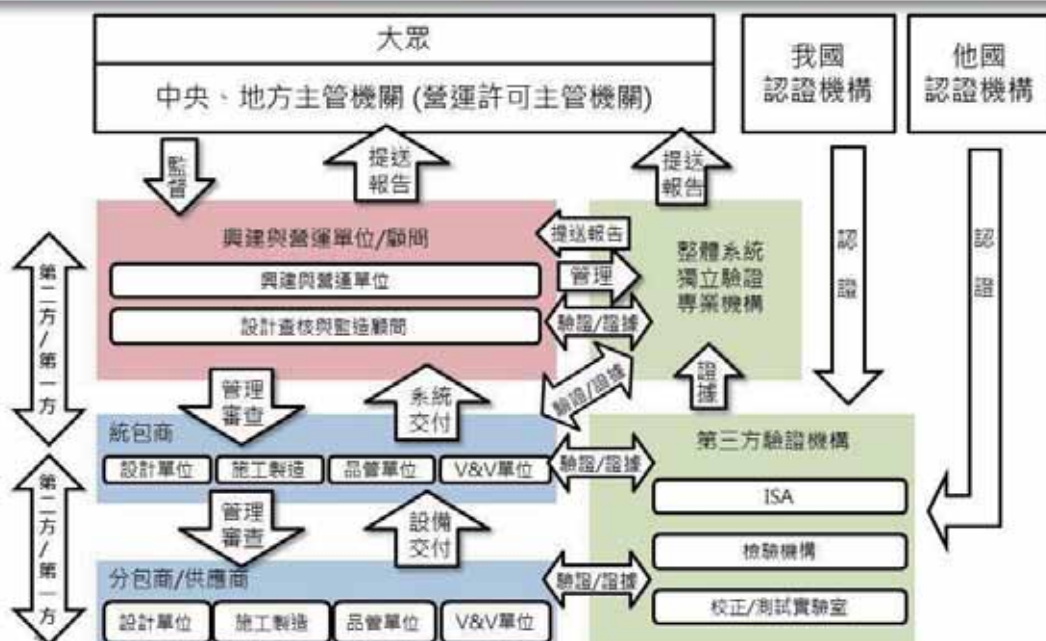
- 定位為大眾捷運系統營運安全之「符合性評鑑」成果
- 符合營運安全為主，功能、品質、可用度為選擇性非必要目的

- 將報告目的明確定位為營運安全，功能、品質、可用度為選擇性目的
- 符合性評鑑報告可透過檢驗、試驗等作業來判斷是否符合，查證與確證也是透過檢驗、試驗來取得客觀證據，不硬性規定那些項目需要透過替代計算、試驗(test)來證實符合特定要求。

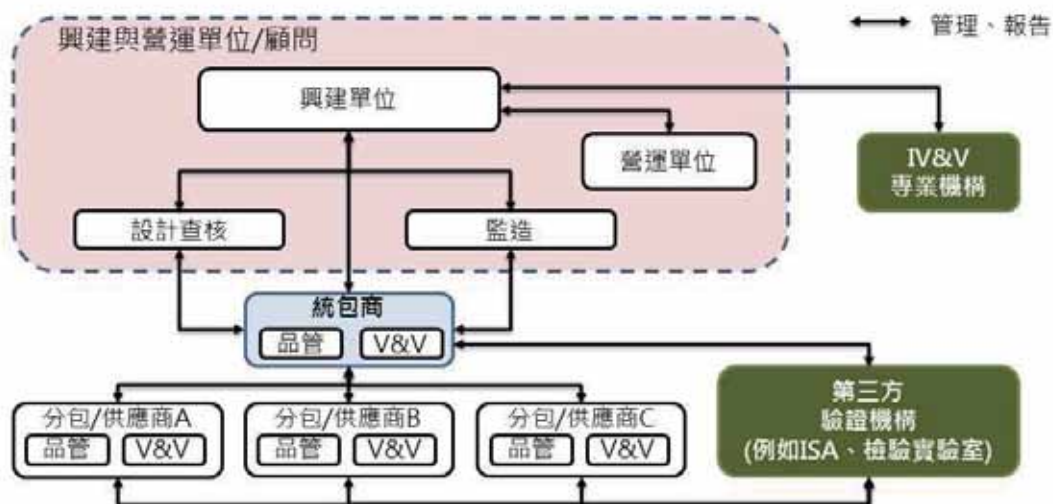
- ❖ 符合性評鑑: 展現有關某一產品、過程、系統、人員或機構之特定要求事項已被滿足。備考1: 符合性評鑑之主體領域包括作業活動，界定於本標準中，諸如測試(testing)、檢驗以及符合性評鑑機構所作之驗證與彼等本身所接受之認證。(CNS 17000)
- ❖ 查證/Verification: 經由客觀證據之提供，證實已滿足所規定之要求事項。備考1: 為查證所需的客觀證據，可為檢驗或如執行替代的計算或審查文件等其他形式的決定之結果。(CNS 12680)
- ❖ 確證/Validation: 經由客觀證據之提供，證實業已滿足某指定的預期用途或應用之要求事項。備考1: 為確證所需的客觀證據，為試驗(test)或如執行替代的計算或審查文件等其他形式的決定之結果。(CNS 12680)
- ❖ 檢驗/Inspection: 對一產品設計、產品、過程或裝置之檢查並對其符合於特定要求事項或基於專業性判斷其符合於一般要求事項之決定。(CNS 17000)
- ❖ 試驗/test: 為某指定的預期用途或應用，依要求事項施行之決定。(備考1: 若試驗結果顯示符合，其試驗結果可作為確證之用)。(CNS 12680)

18

我國軌道建設驗證與認證現況



IV&V組織定位

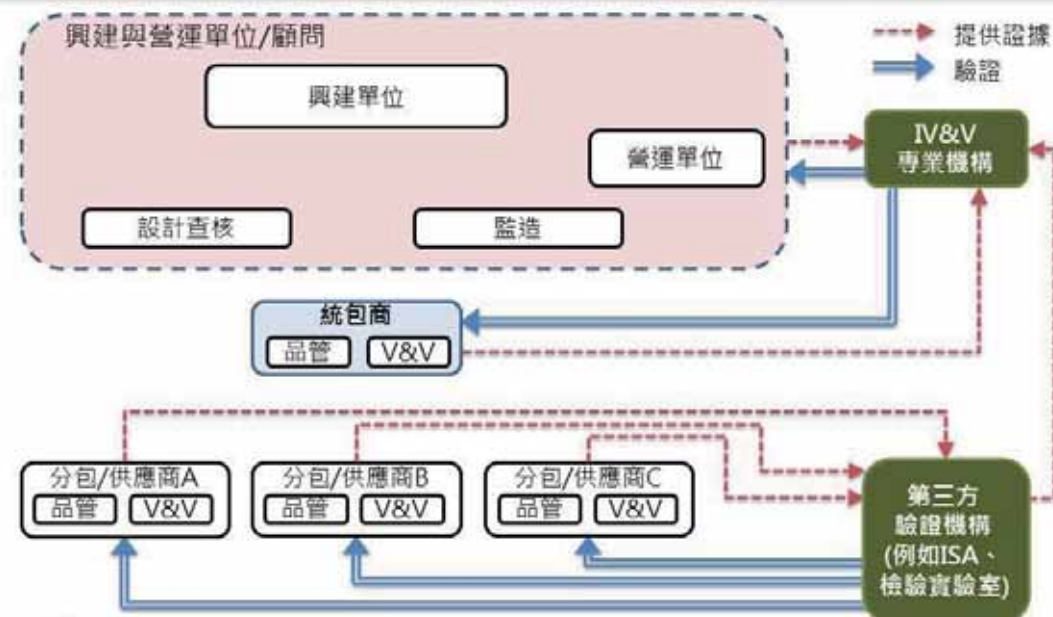


V&V: Verification and Validation

查證與確證

20

IV&V組織定位



21

IV&V目的



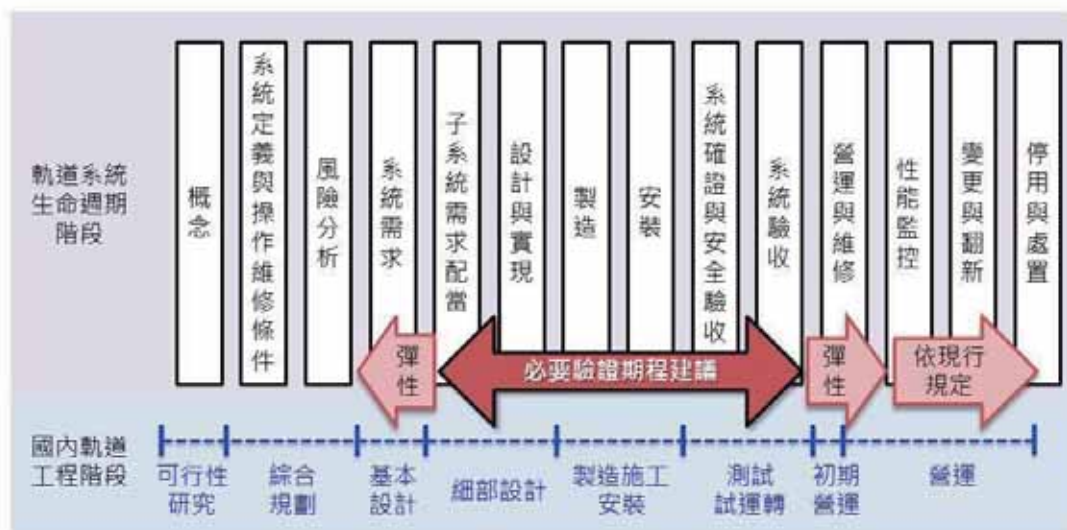
22

IV&V驗證項目



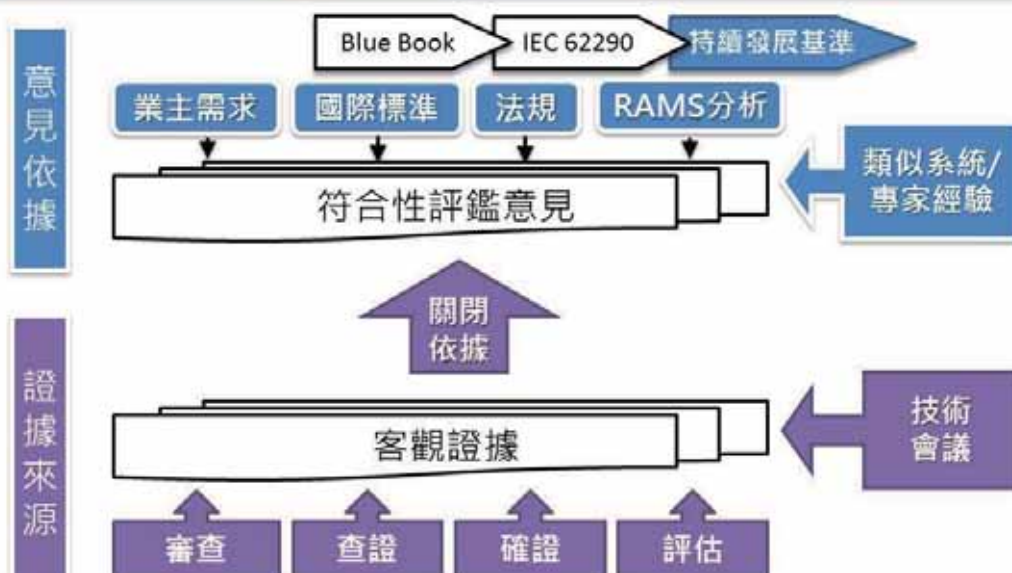
23

IV&V期程範圍



24

IV&V作業基準



25

RAMS: Reliability, Availability, Maintainability, Safety 可靠度, 可用度, 可維修度, 安全

IV&V資格要件

公正性 (ISO/PAS 17001):

- 必須不受商業、財務影響
- 最好無涉受評估項目有關且同一客戶的設計或顧問服務

獨立性 (ISO/IEC 17020):

- A、B、C三類獨立性要求 (詳期末報告 表3-10)

檢驗機構資源 (ISO/IEC 17020):

- 檢驗人員應具備從事檢驗活動所需之適當資格、訓練、經驗及符合要求之知識，亦應具備下列相關知識：
 - 用於製造受檢產品、過程運作及提供服務時之技術。
 - 受檢產品之使用、過程運作及提供服務之方式。
 - 使用產品期間可能發生之任何缺點，過程運作之任何失效情況，以及提供服務期間可能產生之缺失。
 - 檢驗人員應瞭解發生在正常使用檢驗產品、過程運作及提供服務時之顯著偏差。



26

中興社-土木水利及軌道運輸研究中心

Part 4

修訂條文說明



綜合規劃階段

❖ 大眾捷運申審要點第六條

- ❖ 六、本計畫可行性研究報告書經核定後，地方主管機關始得辦理本計畫之綜合規劃。綜合規劃報告書內容應包含下列事項：
 - －（十五）獨立驗證作業規劃，包含獨立驗證之執行機構資格要件、驗證項目、驗證期程、階段報告規劃等。

預作規劃以因地制宜

28



作業規範架構

❖ 履勘作業要點第三條附件：

- ❖ 第一條: 依據
- ❖ 第二條: 定義
- ❖ 第三條: 報告內容
- ❖ 第四條: 補充說明

詳修訂報告 4.2節

29

重要條文說明

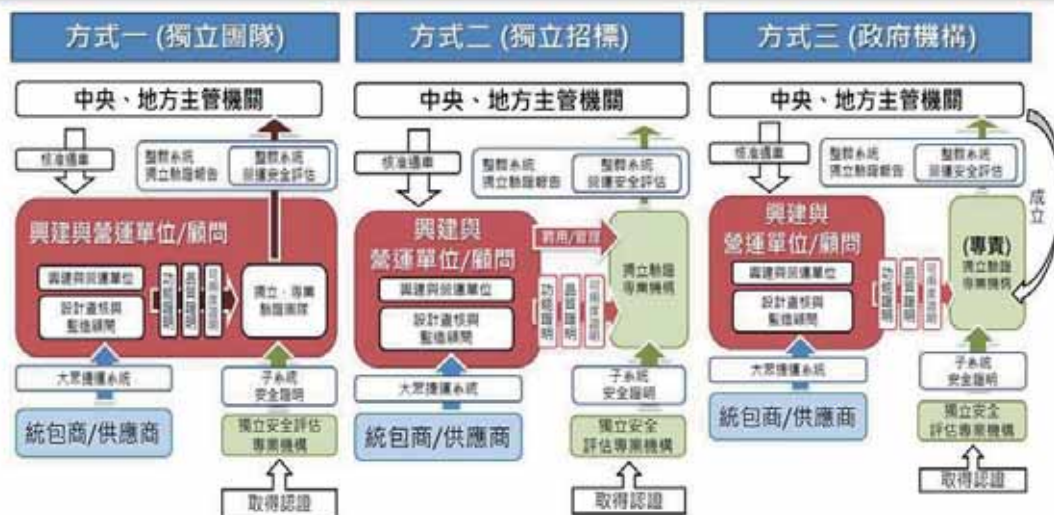
❖ 第三條:整體報告內容

– 本報告內容應至少包括:

- (一)驗證機構專業性與獨立性說明；
- (二)驗證範圍說明；
- (三)驗證期程說明；
- (四)被驗證文件、行動及相應之驗證基準說明；
- (五)驗證機構曾提出之重大觀察事項相關追蹤管理、關閉說明；
- (六)就驗證範圍評估系統擬通車營運路段是否無營運安全之虞。

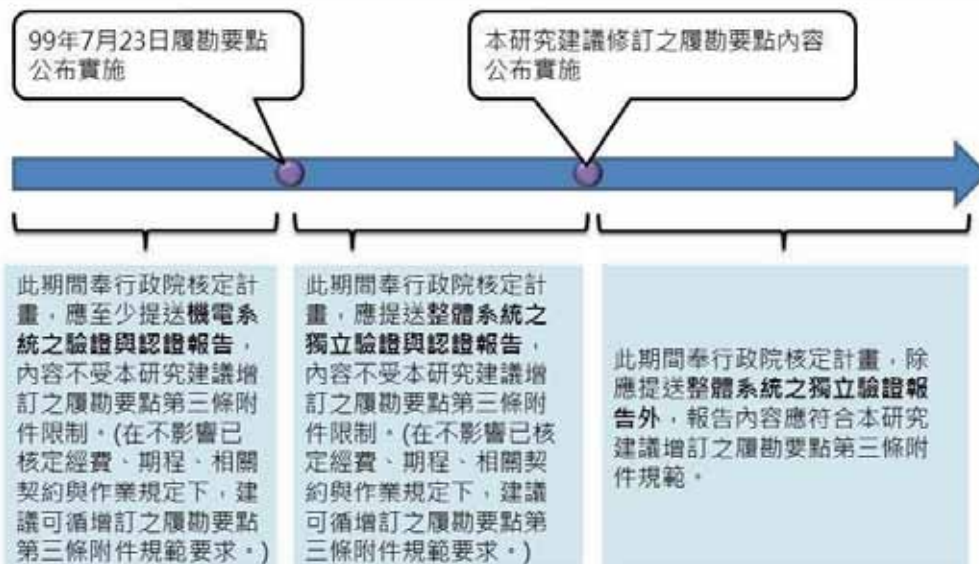
30

如何滿足「獨立」要求



31

重要條文說明



32

小結

發揮實際效益

- 要求應有驗證基準
- 最終報告要求與基本內容
- 應確保專業與獨立性

考量可操作性與彈性

- 基本要求外，保留期程與範圍彈性
- 已核定計畫不受影響

培植國內技術

- 專業與獨立性由辦理機關確保，非特定資格或實績
- 考量未來性，無論參考美國SSC、歐盟ISA、澳洲AEO，均符合法條要求

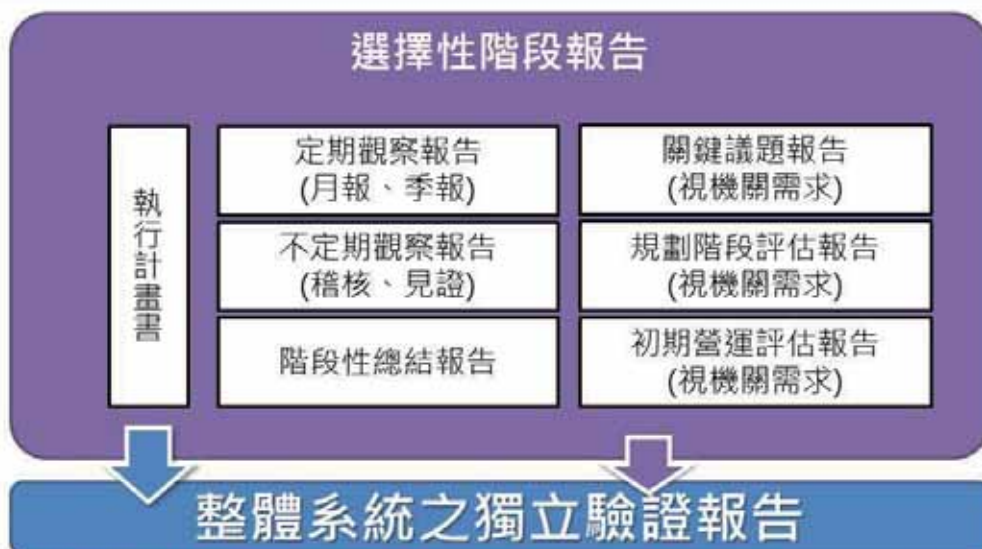
TAF: Taiwan Accreditation Foundation 財團法人全國認證基金會

33

Part 5

報告規範建議

IV&V報告內容



選擇性報告規範供執行單位參考，未列入法條 (詳修訂報告 5.2節)

IV&V報告彈性規劃

應提交報告	基設	細設 ^註	MCI	測試	試運轉	初期營運
執行計畫書	○	○	○	○	○	○
定期觀察報告	○	○	○	○	○	○
不定期觀察報告	○	○	○	○	○	○
階段性總結報告	○	○	○	○	○	○
整體系統之獨立驗證報告					●	
其他關鍵議題驗證報告	○	○	○	○	○	○

註：含最終設計階段

MCI: 製造施工安裝

- ：表示必要性報告
○：表示選擇性報告

36

中興社-土木水利及軌道運輸研究中心

Part 6

結論、發現與建議



結論

❖ 整體系統之獨立驗證報告

- 為交通部核准通車的依據之一
 - 仍須思考現行履勘作業要點其他規定是否可再精進
- 為營運安全的符合性評鑑
 - 與設計審查、監造區隔
- IV&V報告內容應有基本要求
 - 驗證機構專業性與獨立性
 - 驗證範圍
 - 驗證期程
 - 被驗證文件、行動與相應之驗證基準
 - 重大觀察事項相關追蹤管理、關閉說明
 - 就驗證範圍評估系統擬通車營運路段是否無營運安全之虞
- IV&V專業機構應說明其驗證基準
 - 營運安全相關的合約需求
 - 安全危害分析
 - 安全標準

38



結論(續)

❖ 整體系統之獨立驗證報告

- 即早規劃
 - 大眾捷運申審要點
 - 綜合規劃階段
- 資格要件
 - 專業性
 - 獨立性
- 驗證項目
 - 系統機電
 - 土建、軌道、水環與設施機電
 - 程序與訓練
 - 其他關鍵議題
- 期程
 - 應至少包含細部設計至試運轉
 - 可彈性提前或延後
- 階段性IV&V報告

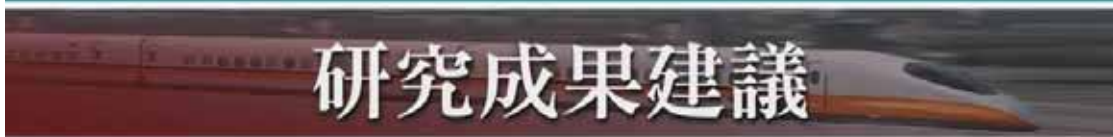
39



發現

- ❖ 以「IV&V」代表「獨立驗證與認證」有其發展歷史背景
 - V&V中文是查證與確證(認)；作業內容與認證無關
 - V&V的獨立性要求源自於EN 50126/8/9安全完整性等級(SIL)要求
 - EN 50126/8/9要求的第三方機構是獨立安全評估，V&V由製造商自行辦理，只是人員、管理上有獨立性要求
- ❖ 國際上僅「安全」議題須第三方機構再次驗證
 - 美國SSC、歐盟ISA、澳洲AEO
- ❖ 我國目前無明確機制與辦法來規範IV&V專業機構的資格要求
 - 現況業界僅能以過去實績、採信國外認證機構方式辦理
- ❖ 國際上軌道運輸系統在商轉後仍須持續接受驗證取得營運證書
 - 英國

40



研究成果建議

- ❖ 應釐清中英文名詞使用差異，提高用詞精確度
 - 「獨立驗證與認證」修正為「獨立驗證」
- ❖ 短期辦理機關執行IV&V建議
 - 綜合規劃階段預做規劃
 - 招標規定來確保IV&V專業機構的專業性與獨立性
 - 明訂驗證範疇、報告內容
 - 根據驗證範圍訂定合理經費
 - 其他關聯單位的配套(責任義務明確規範)
- ❖ 長期政府應健全IV&V機制
 - 歐盟ISA機制
 - 美國SSC作法
 - 澳洲AEO制度

41

研究成果建議(續)

❖後續研究

- 持續研擬、發展驗證標準
- 借鏡國外定期更新營運許可的機制
- 參考航空、海運領域中適用軌道行業的做法

❖其他建議

- 鐵路法適用性
- RAMS、V&V、IV&V教育訓練推廣
- IV&V招標範本
- 履勘要點下一階文件
- 履勘要點其他條款精進
- 由「軌道技術研究暨驗證中心」進一步研究名詞、長期運作機制

42

研究成果與需求對照

工作項目要求	研究成果
整體捷運系統IV&V之研究範圍	已提出驗證項目清單供參考
蒐集並綜整國內外應用於捷運系統之IV&V相關規範	已回顧國內外多項IV&V專案、規範、機制
蒐集並綜整國內外捷運系統採用IV&V之經驗與實務作法等相關資料	已回顧美、歐、中國、澳洲、亞洲多國等
- 訪談交通部路政司、高鐵局與地方政府捷運機關、專家學者 - 提出整體捷運系統規劃到營運各階段所需IV&V之內容、要件、項目及基準之規範草案，及其報告撰寫規範草案	- 已訪談 - 增訂附件草案已考量內容、要件、項目、基準
舉辦至少3次專家學者座談會	已辦理3場
提出「大眾捷運系統履勘作業要點」增修條文 捷運系統申請興建至營運過程中相關作業法制化之建議草案	已提出履勘要點第三條增訂附件
投稿國內外期刊或學術研討會	已獲刊登
針對缺漏部分提出具有未來性之做法，並配合不同系統之特性而有差異化做法	- 於現況IV&V專案機構所缺少的機制上提出具未來性3方案做法 - 已規劃IV&V報告、期程、項目彈性作法

43



交通部運輸研究所
Institute of Transportation, MOTC

簡報結束 敬請指教



中興工程顧問社
SINOTECH ENGINEERING CONSULTANTS, INC.



大眾捷運系統獨立驗證與認證(IV&V)規範及其報告撰寫規範之研究

